



RENATO SILVA LEAL

**APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS
AGROINDUSTRIAIS PARA ALIMENTAÇÃO DE
JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO**

(Oreochromis niloticus)

LAVRAS – MG

2016

RENATO SILVA LEAL

**APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS PARA
ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO**
(Oreochromis niloticus)

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos, área de concentração em Ciências dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Carlos José Pimenta
Orientador

LAVRAS – MG
2016

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Leal, Renato Silva.

Aproveitamento de subprodutos agroindustriais para
alimentação de juvenis de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) /
Renato Silva Leal. – Lavras : UFLA, 2016.

153 p. : il.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2016.

Orientador: Carlos José Pimenta.

Bibliografia.

1. Subprodutos. 2. Tilápia. 3. Enzimas Digestivas. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

RENATO SILVA LEAL

**APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS PARA
ALIMENTAÇÃO DE JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*)**

**USE OF AGROINDUSTRIAL BYPRODUCT FOR FEEDING JUVENILE
NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos, área de concentração em Ciências dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 26 de agosto de 2016.

Profa. Dra. Larissa de Oliveira Ferreira Rocha	UFVJM
Profa. Dra. Maria Emilia de Sousa Gomes Pimenta	UFLA
Profa. Dra. Maria Helena Tabuaço Rêgo Martins Peres	FCUP
Dra. Caroline Lima Angélico	EPAMIG
Profa. Dra. Sabrina Carvalho Bastos	UFLA

Prof. Dr. Carlos José Pimenta
Orientador

LAVRAS – MG

2016

A minha família, pelo apoio.

Em especial, aos meus Pais Marilson e Rita pela gratidão e por tudo que tem
feito por nós.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela Fé.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela contribuição para minha formação acadêmica.

À Universidade do Porto e ao Departamento de Ciência, pela contribuição para minha formação profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto.

Ao meu orientador, Dr. Carlos José Pimenta, que foi o responsável pela minha iniciação à pesquisa. Agradeço pela oportunidade e confiança.

Aos professores Dra. Maria Emília de Sousa Gomes Pimenta, Dra Helena Peres (CIIMAR - UP - Portugal) e ao Dr Aires Oliva-Teles (UP – Portugal), sempre muito prestativos, todas as vezes que precisei, eles não hesitaram em me ajudar.

Ao Bruno Olivetti de Mattos, Guilherme Cleto de Carvalho e ao Rafael Hamakawa Vianna pela disponibilidade de contribuir para o trabalho.

Ao Professor Mario Cesar Guerreiro pela contribuição no processo de detoxicação da torta de mamona.

Ao professor Wilson Rogério Boscolo (UNIOESTE/GEMAQ), pela contribuição na formulação das dietas experimentais.

A todos os professores do Departamento de Ciência dos Alimentos que de alguma forma contribuíram para o trabalho.

Às laboratoristas Constantina, Creusa, Cidinha, Eleci, Chulita e Miguel (*in memoria*) pelo apoio técnico.

Aos amigos e colegas das Repúblicas Carandiru e Rancho Fundo, por toda ajuda e apoio no ensaio experimental e fabricações das Rações.

Aos meus colegas do Nutrimu, pela convivência.

A toda a minha família, pelo apoio e incentivo.

A minha amiga Raquel Tatiane Pereira pelo incentivo, compreensão e companheirismo.

Aos meus irmãos Arlén, Lays, Rogério e Ósis, pelo apoio, e aceitar minha ausência por todos esses anos dedicados à pós-graduação.

A minha segunda mãe Regina Lúcia de Paulo pelo carinho, apoio. Sempre me dando forças perante as dificuldades.

À Lilia Mendes, pelo companheirismo e dedicação nesse momento tão complicado e importante da minha vida.

A minha Vó Maria, a meu Tio Deco, pela confiança e amor.

RESUMO GERAL

As indústrias agroindustrial produzem anualmente grandes quantidades de subproduto cuja valorização é mínima ou nula. Atualmente sabe-se que apenas uma pequena parte é reaproveitada para a alimentação direta de animais. Tendo em conta que esses subprodutos contêm importantes nutrientes e compostos bioativos, são aqui propostas algumas vias alternativas de aproveitamento desses subprodutos, nomeadamente para a indústria agroindustrial. Esta estratégia de gestão de subprodutos, para além de valorizar fortemente um subproduto, diminui consideravelmente a carga poluente resultante da atividade agroindustrial. Assim, a utilização de recursos subaproveitados, com o objetivo de aumentar a produtividade e criar riqueza, terá de merecer, cada vez mais, maior atenção. A nível de Minas Gerais, os setores mais importantes são os do biocombustíveis, produção de azeite, produção de frutas e hortaliças. Atendendo a este mercado promissor, neste trabalho caracterizou-se os subprodutos alimentares que apresentam maior impacto ambiental, social e económico, através da digestibilidade e avaliação do desempenho de tilápia do nilo, alimentadas com dietas formuladas com substituição do milho e da soja por subprodutos agroindustrial (Mamona, Azeitona e Maracujá), caracterização química e enzimas digestivas.

Palavras-chave: Mamona. Azeitona. Maracujá. Subprodutos. Tilápia do Nilo.

GENERAL ABSTRACT

The agro-industries annually produce large amounts of by-product whose value is minimal or nil. Currently it is known that only a small part is reused for direct feeding to animals. Given that these subprodudos contain important nutrients and bioactive compounds, are proposed some alternative ways to use those products, particularly for the agro-industry. This by-products management strategy, beyond strongly value a by-product, is significantly reduced the resulting pollutant load agroindustrial activity. Thus, the use of underutilized resources, in order to increase productivity and create wealth, you need to earn, increasingly greater attention. The level of Minas Gerais, the most important sectors are the biofuels, olive oil, fruit and vegetables. Given this promising market, this study characterized the food by-products with the greatest environmental, social and economic impact by digestibility and examination of tilapia performance Nile, fed diets with replacement of corn and soybeans by agro-products (Castor Oil, Olive and Passion Fruit), chemical and digestive enzymes.

Keywords: Castor oil. Olive. Passion Fruit. By-products. Nile of Tilapia.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	11
1	INTRODUÇÃO	11
2	Objetivo geral	15
2.1	Objetivo específicos	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	Importância do aproveitamento racional dos subprodutos agroindustriais	17
3.1.1	Subprodutos da indústria do azeite: características físico-químicas e valor nutricional	22
3.1.2	Subprodutos da indústria do maracujá: características físico-químicas e valor nutricional	23
3.1.3	Subprodutos da indústria do biodiesel: : características físico-químicas e valor nutricional	24
3.2	Estratégias de alimentação de tilápia para reduzir o custo de produção	26
3.3	Tilapicultura	31
4	CONSIDERAÇÕES	33
	REFERÊNCIAS	35
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS	41
	ARTIGO 1 FARINHA DA CASCA DE MARACUJÁ NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIA DO NILO (<i>Oreochromis niloticus</i>) EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO: DIGESTIBILIDADE, DESEMPENHO, ATIVIDADE ENZIMÁTICA, PARÂMETROS SANGUÍNEOS E CARACTERÍSTICAS DAS CARÇAÇA E DO FILÉ	41
	ARTIGO 2 FARINHA DA torta de oliva NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIA DO NILO (<i>Oreochromis niloticus</i>) EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA: DIGESTIBILIDADE, DESEMPENHO, ATIVIDADE ENZIMÁTICA, PARÂMETROS SANGUÍNEOS E CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E DO FILÉ	77
	ARTIGO 3 TORTA DE MAMONA DESINTOXICADA NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIA DO NILO EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA: O DESEMPENHO E CRESCIMENTO, ENZIMAS DIGESTIVAS, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE	117

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

A gestão dos subprodutos como um recurso, bem como a sua reciclagem e reutilização, vem se tornando uma opção economicamente viável no setor agropecuário.

Neste setor, a valorização de subprodutos representa uma tendência de interesse crescente por parte de muitas áreas, incluindo a agroindustrial, alimentícia, farmacêutica e cosmética, uma vez que estes podem ser adquiridos a um preço reduzido e, em contrapartida, podem ser fontes ricas em compostos bioativos, importantes para a promoção da saúde. Esta situação assume uma importância crucial, sobretudo quando se trata de um setor com elevado peso na economia, como é o caso da indústria alimentícia (INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA - INE, 2014).

Sabe-se que atualmente o setor agroindustrial investe no aumento da capacidade de produção, conseqüentemente, gera grandes quantidades de subprodutos, os quais em muitos casos são considerados custos operacionais para as empresas ou fontes de contaminação ambiental. Após o processamento das frutas para elaboração de sucos e polpas, são obtidos 40% de subprodutos agroindustriais para fruta como o maracujá (TOLETO, 2004).

No caso do maracujá, as cascas e sementes são os principais resíduos agroindustriais provenientes do processo de esmagamento da fruta. A casca do maracujá é rica em fibras, vitaminas e minerais. Já as sementes apresentam grande quantidade de óleo, com alto teor de ácidos graxos insaturados (CÓRDOVA et al., 2011).

Muitas propriedades da casca do maracujá têm sido estudadas nos últimos anos, principalmente aquelas relacionadas com o teor e tipo de fibras alimentares.

A casca de maracujá, que representa 52% da composição da fruta, não pode mais ser considerada como resíduo industrial, uma vez que suas características e propriedades funcionais e tecnológicas podem ser utilizadas para o desenvolvimento de novos produtos para alimentação humana e animal (FERRARI; COLUSSI; AYUB, 2004).

Outro subproduto que vem chamando atenção é o processamento da azeitona. No processamento de azeitonas, tanto para extração do azeite quanto para produção de conservas, obtém-se grande quantidade de subprodutos, sendo resíduos sólidos e líquidos, que devem ser tratados ou reaproveitados para prevenir danos ambientais oriundos de seu mau direcionamento (MARKET OF OLIVE RESIDUES FOR ENRGY – MORE, 2008).

O subproduto de azeitona, oriundo da extração do azeite de oliva, também possui quantidades apreciáveis de ácido oleico (RINCÓN et al., 2006) e, segundo alguns estudos, também contém quantidade apreciável de pectina, com boa capacidade de geleificação, além das suas propriedades funcionais no combate a uma série de doenças, o que tem conduzido à utilização desse material para o desenvolvimento de uma ampla gama de produtos alimentícios enriquecidos com fibras (GALANAKIS et al., 2011).

O setor bioenergético vem também gerando preocupação, devido ao grande volume de subprodutos, principalmente ligados a plantas oleoginosas como a mamona.

Após a extração do óleo, a mamona gera como subprodutos a torta e o farelo de mamona. São compostos ricos em nitrogênio e utilizados, principalmente, como fertilizantes para a agricultura. Apesar do alto valor em proteína (30 a 40%), possuem uma proteína tóxica, a ricina, que necessita ser eliminada ou neutralizada para possibilitar a sua utilização na dieta animal (PINA et al., 2005), contribuindo para diminuir os custos de produção.

A disponibilização de fontes alternativas de proteína para a alimentação animal se faz necessária, em virtude da ascensão na utilização dos produtos provenientes da soja para a alimentação humana. Esse uso a torna economicamente inviável para ser utilizada como fonte proteica para a nutrição de peixes, por exemplo.

Frente ao exposto, nota-se a necessidade de estudos visando ao aproveitamento dos subprodutos resultantes do processamento do maracujá, da azeitona e da mamona para o desenvolvimento de alimentos alternativos que possam ser incorporados à alimentação animal.

2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do presente estudo foi desenvolver dietas para juvenis de tilápia do nilo, com adição de farinhas de casca de maracujá, azeitona e mamona detoxicada, a fim de substituir o milho e soja reduzindo o custo de produção além de agregar valor aos subprodutos.

2.1 Objetivo específicos

- a) Obtenção dos subprodutos do processamento do maracujá, da azeitona e da mamona;
- b) Desintoxicação da torta da mamona;
- c) Secagem dos subprodutos do processamento do maracujá, da azeitona e da mamona para obtenção da farinha;
- d) Caracterização físico-química das farinhas do maracujá, da azeitona e da mamona;
- e) Formulação e extrusão das dietas experimentais;
- f) Avaliação das características físico-químicas das dietas experimentais;
- g) Avaliação das digestibilidades das dietas experimentais;
- h) Avaliação do desempenho dos peixes;
- i) Avaliação das características físico-químicas do peixe e filé;
- j) Avaliação das enzimas digestivas no intestino dos peixes,
- k) Avaliação dos parâmetros sanguíneos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Importância do aproveitamento racional dos subprodutos agroindustriais

O aproveitamento de subprodutos agroindustriais trata de uma proposta plausível e concreta, visto que esses subprodutos representam fonte de materiais considerados estratégicos para indústrias alimentícias e de nutrição animal.

Grande parte dos subprodutos produzidos na indústria alimentícia inclui a pele e as sementes dos frutos e/ou vegetais, cascas, talos, ou produtos que apresentam danos físicos ou químicos (BOSCOLO et al., 2008)

Usualmente, e apesar do seu valor significativo, estes subprodutos são comumente pouco aproveitados e o seu potencial é frequentemente perdido. As vias tradicionais para a valorização deste tipo de subprodutos são alimentação animal, a incineração e a compostagem, embora elas nem sempre demonstrem eficiência e acarretem custos muitas vezes mais elevados dos que os que são estimados pelas próprias empresas.

Atualmente cerca de 30% dos alimentos para consumo humano são perdidos mundialmente (como resíduo de processamento ou perda na cadeia produtiva), correspondendo a uma produção mundial de resíduos alimentares de cerca de 1,3 bilhões toneladas/ano (BIUDES; PEZZATO; CAMARGO, 2009).

Vários estudos têm contemplado a obtenção de inúmeros ingredientes a partir de subprodutos, incluindo subprodutos de cereais (farelo de arroz) com obtenção principal de fibras, hemiceluloses, β -glucanas e oligossacáridos pré-bióticos, a partir de raízes e tubérculos (resíduos de cana, mandioca), com obtenção principal de polifenóis e ácidos orgânicos, a partir de culturas oleaginosas (soja, bagaço de azeitona) com obtenção de fitoesteróis, polifenóis e pectinas, a partir de frutos e vegetais (cascas de manga, maracujá, bagaço de tomate) com obtenção principal de pectinas, fibras, carotenoides e polifenóis, a

partir de carnes (ossos, sangue, vísceras de bovinos, aves e suínos) com principal obtenção de proteínas, péptidos ou aminoácidos, a partir de peixe e crustáceos (espinhas, peles, cascas) com principal obtenção de proteínas, peptídeos ou aminoácidos, quitina e quitosano, e finalmente a partir de subprodutos de leite principalmente o soro (GALANAKIS et al., 2011; PINTADO; TEIXEIRA, 2015).

Várias pesquisas vêm caracterizando os subprodutos gerados pelas agroindústrias. Felipe et al. (2006) determinaram a composição mineral das cascas de manga e de maracujá, oriundas do processamento de fruta, encontrando altas concentrações de cálcio, sódio, potássio e zinco. Uchoa, Costa e Maia (2008) avaliaram parâmetros físico-químicos dos subprodutos do processamento de caju, goiaba e maracujá, observando que são boas fontes de vitamina C, açúcar redutor, além de apresentarem altos teores de fibras.

Gondim et al. (2005) avaliaram a composição nutricional de cascas de frutas (banana, mamão, maracujá, melão e tangerina), mostrando que de modo geral, apresentam teores de nutrientes maiores do que suas respectivas partes comestíveis, podendo, portanto, ser consideradas como fonte alternativa de nutrientes, evitando o desperdício de alimentos. Zeraik et al. (2010) realizaram a caracterização química do subproduto do processamento do suco de maracujá, mostrando que tanto a casca quanto a semente de manga apresentaram concentrações de proteínas, fibras, lipídeos e ácidos graxos que os caracterizam como potenciais ingredientes alternativos.

Kobori e Jorge (2005) caracterizaram os óleos de sementes de maracujá através de métodos analíticos padrões para óleos e gorduras (ácidos graxos livres, índices de peróxidos, refração, iodo, saponificação, matéria insaponificável e estabilidade oxidativa), concluindo que estes óleos possuem características físico-químicas semelhantes a alguns óleos comestíveis, podendo ser uma nova fonte de óleos para o consumo humano

O processamento industrial de azeitonas pode gerar grandes quantidades de subprodutos, que podem ser utilizados na nutrição humana e animal. Contudo, o alto teor de água e de azeite residual, em alguns casos, dificulta a utilização desse material para tal finalidade.

Os subprodutos da extração do azeite de oliva possuem características físico-químicas que podem variar de acordo com o método de extração do óleo, a espécie de azeitona e as condições ambientais. Os principais constituintes dos subprodutos da extração do azeite de oliva são açúcares, compostos nitrogenados, ácidos voláteis, poliálcoois, pectinas, gorduras e polifenóis (LAFKA et al., 2011).

O hidroxitirosol, 2-(3,4-dihidroxifenil) etanol, é um dos principais e mais interessantes compostos fenólicos presentes na azeitona, o qual é conhecido pelo alto nível de atividade antioxidante. Esse composto pode ser encontrado no subproduto na forma livre. Outro fenol encontrado nos subproduto é o 3,4-dihidroxifenilglicol (DHPG) (MEDEIROS et al., 2016).

Tais compostos têm chamado a atenção por seu efeito na prevenção ou redução do estresse oxidativo, relacionado com a patogênese de várias doenças, incluindo aterosclerose, câncer, diabetes mellitus, e doenças inflamatórias e neurodegenerativas. Além disso, esses compostos previnem a deterioração de alimentos por inibir a oxidação lipídica (LAFKA et al., 2011).

Outra característica interessante do subproduto de azeitona é seu conteúdo de carboidratos. A glicose é um dos principais açúcares solúveis presentes na azeitona, junto com pequenas quantidades de sacarose e frutose. Os polissacarídeos insolúveis na parede celular do fruto são compostos de pectina, hemicelulose e celulose. O subproduto, portanto, pode ser usado como matéria-prima para produção de açúcar fermentável (BOLANOS et al., 2004).

Outro aspecto que tem sido explorado pelos pesquisadores é o conteúdo de fibra dietética dos subprodutos da extração do azeite. As fibras ajudam a

combater uma série de doenças, devido a seu papel na redução de vários tipos de câncer. Devido a esta importância e sua propriedade gélida, uma ampla gama de produtos alimentícios enriquecidos com fibras têm sido desenvolvidos. Assim, as fibras podem ser recuperadas e utilizadas na preparação de alimentos funcionais (GALANAKIS; TORNBERG; GEKAS, 2010).

Existem registros na literatura de enriquecimento de produtos cárneos com fibra, extraída de várias fontes, em substituição à gordura, obtendo-se assim um produto mais saudável, com baixo teor de calorias e reduzido em gordura do tipo saturada (GALANAKIS; TORNBERG; GEKAS, 2010).

A grande dificuldade para a utilização dos subprodutos na formulação de dietas animais é a grande variação nos componentes do subproduto, afetada diretamente por inúmeros fatores, como origem geográfica, teor de componentes físicos e grau de contaminação deste composto, em função do contato das azeitonas com o solo no momento da colheita (ALCAIDE; GARCÍA; RUIZ, 2010).

O emprego de subprodutos de azeitona na alimentação animal requer cuidados, pois possui alto teor de fibras, é rico em ácido oléico e os teores de tanino e digestibilidade são bastante variáveis. Torna-se necessária então, a adição de outros materiais (MARTÍN-GARCÍA et al., 2003).

A torta de mamona é um subproduto da extração do óleo das sementes de mamona. Trata-se de produto com elevado teor de proteínas, produzido na proporção aproximada de 1,2 toneladas para cada tonelada de óleo extraído (AZEVEDO; LIMA, 2001), valor que pode variar influenciado por características da semente.

A torta de mamona é utilizada como adubo orgânico de boa qualidade, pois é um composto ricamente nitrogenado, eficiente na recuperação de terras esgotadas, embora possa obter valor significativamente maior se utilizada como alimento animal (após ser moído e obtido o farelo).

O uso da torta de mamona já é observado em animais de pequeno e médio porte bovinos, caprinos, ovinos, suínos e aves sendo uma alternativa vantajosa do ponto de vista econômico e social. Para tornar a ração um produto viável, é preciso neutralizar as substâncias tóxicas e alergênicas presentes nas sementes da mamona.

A toxidez da torta de mamona é causada pela presença de três substâncias: ricina (uma proteína), ricinina (um alcalóide) e compostos alergênicos (GARDNER et al., 1960) que continuam sendo um grande desafio para pesquisadores da área de nutrição animal.

Uma torta de boa qualidade é obtida pelo processo de extração dupla, isto é, submete-se a mamona à prensa e posteriormente ao tratamento com solventes. A torta assim obtida tem baixo teor de óleo residual 1,5% (SEVERINO et al., 2004).

O fornecimento de torta de mamona detoxificada para alimentação de animais mostra resultados satisfatórios na ração de ruminantes; no entanto, para monogástricos, a torta de mamona não pode ser fornecida como única fonte de proteína, pois apresenta carência em dois aminoácidos essenciais, lisina e triptofano, em comparação com o farelo de soja (FREIRE et al., 2006).

A utilização dos subprodutos da mamona barateia custos com a dieta animal, uma vez que substitui com eficiência a torta de soja, além de nova destinação ao resíduo evitando seu descarte no ambiente e diminuindo casos de fitotoxicidade. Porém, devido à inexistência de tecnologia viável em nível industrial, para o processo da detoxicação, sua utilização na alimentação animal torna-se restrita.

3.1.1 Subprodutos da indústria do azeite: características físico-químicas e valor nutricional

A indústria do azeite é uma das atividades agroindustriais mais antigas dos países mediterrâneos, resultando num setor fundamental na estrutura da produção agrícola e econômica destes países.

Atualmente cerca de 95% da produção de óleo mundial encontra-se na Bacia Mediterrânea, sendo os países da União Europeia tais como a Espanha, a Itália, a França, a Grécia e Portugal, os responsáveis por cerca de 71% da produção a nível mundial. Sendo a Tunísia (4,1%), a Turquia (5,4%), a Síria (6,6%), Marrocos (5,1%) e a Argélia (1,6%) os outros países produtores (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2014).

O aumento crescente da produção de azeite nos últimos anos levantou a problemática entre o dimensionamento, capacidade dos produtores e o escoamento da produção, azeite e subprodutos.

As quantidades de resíduos e subprodutos produzidos, embora biodegradáveis e não considerados perigosos, constituem um grave problema ambiental. Geralmente, os subprodutos da indústria do azeite são direcionados para a agricultura como fertilizantes, usados como fonte de energia e alimentação animal.

O processo de extração do azeite origina uma quantidade de subprodutos sólidos e líquidos, que para serem reaproveitados necessita de um prévio tratamento físico-químico e biológico que as transformem em produtos de excelente qualidade não provocando impactos negativos ao ambiente e ao homem (SEBADELHE; OLIVEIRA; ROSA, 2006).

Os subprodutos originários do sistema de extração de azeite por pressão e por centrifugação de três fases são constituídos por uma fase líquida (água residual) e por uma fase sólida (bagaço de azeitona). No sistema de extração de

azeite por centrifugação de duas fases, também designado por ecológico, a fase sólida (bagaço) e a líquida (água residual) ficam juntas (FERNÁNDEZ et al., 1996), sendo este subproduto denominado de bagaço úmido ou ecológico.

A evolução tecnológica verificada nos últimos anos originou um aumento de produção de bagaços úmidos (obtidos nos sistemas de centrifugação de duas fases) evitando a produção de águas residuais (PERES; BELTRÃO, 2006).

Na produção de óleo de azeite, o método geralmente utilizado na extração é a prensagem tradicional, gerando enorme quantidade de resíduos sólidos, o que exige um estágio de pós-processamento antes de sua utilização (AIRES, 2007).

O processo de fabricação de azeite, pelo sistema contínuo de extração, gera óleo e um sub-produto conhecido como torta. Torta é uma combinação de líquido (água vegetativa de oliva) e sólida (pele, semente, polpa e pedaços de pedras) (FERNÁNDEZ et al., 1996). A produção de azeite gera quantidades elevadas de subproduto, rico em matéria orgânica e de componentes que apresentam fitotoxicidade, o que torna difícil seu uso em processos biológicos.

A utilização de 1.000 kg de azeitonas produz cerca de 800 kg de resíduo na produção de azeite, aproveitando-se apenas 20% do total (ALCAIDE; GARCÍA; RUIZ, 2010).

Logo, sua utilização na alimentação animal pode ser uma alternativa barata, além de melhorar a qualidade nutricional da dieta desses animais e possibilita uma melhoria na qualidade de carne.

3.1.2 Subprodutos da indústria do maracujá: características físico-químicas e valor nutricional

O maracujá (*Passiflora edulis*), que é nativo do Brasil, é uma fruta tropical popular em todo o mundo. A polpa macia e laranja desta fruta é cheia de pequenas sementes (25% da polpa fresca, em peso), e todos estes são

comestíveis (DAVIDSON, 1999). As cascas apresentam em sua composição nutricional, basicamente, proteína e carboidratos (OLIVEIRA et al., 2002). O que possibilita seu aproveitamento das mesmas na alimentação humana e animal, podendo ser uma alternativa em substituição ao milho em dietas para peixes.

O maracujá é normalmente utilizado para a produção de suco, e aromatizante em muitas iguarias. Na indústria de suco, o maracujá produz muitas toneladas de resíduos durante a extração do suco. Estes resíduos contêm grandes quantidades de fibras e óleo, geralmente descartado depois de ser esmagada.

Estudos revelaram que o resíduo de maracujá é rico em fibras insolúveis, sendo estas constituídas principalmente de celulose, pectinas e hemicelulose (CHOU; HUANG, 2004).

Uma vez que este resíduo de maracujá rico em fibras está disponível em grande quantidade como um subproduto da produção de suco, ele pode ser explorado como uma boa fonte de fibra alimentar, em alimentos para nutrição humana, mas também em dietas para animais podendo melhorar suas funções fisiológicas (CHOU; HUANG, 2004).

3.1.3 Subprodutos da indústria do biodiesel: : características físico-químicas e valor nutricional

A torta de mamona é o principal subproduto da cadeia produtiva da mamona. Em todo o mundo, sua utilização predominantemente tem sido usada como adubo orgânico, embora possa obter valor significativamente maior se utilizada como alimento animal, aproveitando o alto teor de proteínas.

O processo de extração do óleo da mamona gera subprodutos constituídos principalmente pela torta, farelo e casca. Com a crescente cadeia produtiva do biodiesel, necessita de uma destinação que não resulte em poluição ambiental e possa trazer benefícios econômicos.

A mamona quando submetida à extração de óleo apresenta rendimento de 50% de óleo e 50% de torta de mamona. Em sua composição, a torta de mamona apresenta, em média, 32,30% de proteína bruta, 41,43% de fibra em detergente neutro, 12,26% de extrato etéreo e 82,03% digestibilidade (GOMES et al., 2007), onde os teores dos nutrientes podem variar conforme o percentual de casca na torta.

Apesar dessa composição química, os subprodutos da semente de mamona na alimentação animal, atualmente, são utilizados somente como fertilizantes orgânicos, reduzindo a agregação de valor e a renda da cadeia produtiva.

Há um grande interesse sobre o aproveitamento de subprodutos de mamona originados da produção de biodiesel na alimentação animal, mais especificamente na inclusão em rações (GOMES et al., 2007).

A presença de uma proteína (ricina) e de um alcalóide (ricinina) tóxicos e de complexos alergênicos, bem como a carência tecnológica que propicie a obtenção de um alimento seguro com preços competitivos, foram comumente apontados como principais fatores que impedem a sua adoção na alimentação animal (SEVERINO et al., 2004).

A ricina é uma proteína solúvel encontrada principalmente no endosperma da semente da mamona, não sendo detectada em outras partes da planta, como raízes, folhas e caules (SEVERINO, 2005), exercendo mecanismo de toxidez através da inativação dos ribossomos e impedindo a síntese protéica (OLSNES; KOZLOV, 2001).

Apesar da alta toxidez da semente, o óleo de mamona não é tóxico, pois a ricina não é solúvel em lipídios, permanecendo todo o componente tóxico na torta ou no farelo.

No entanto, sua utilização não tem sido possível, devido à inexistência de tecnologia viável em nível industrial para seu processamento. Portanto, se

tratados com o processo atualmente desenvolvido para detoxicação pode ser utilizado em dietas para animais.

O processo de investigação com a detoxicação da torta de mamona tem obtido resultados satisfatórios, apresentando após a detoxicação um alto valor nutricional. Assim com a inativação das substâncias químicas como ricina, ricinina e CB-14.

3.2 Estratégias de alimentação de tilápia para reduzir o custo de produção

Na natureza, as tilápias em geral alimentam-se nos níveis tróficos inferiores; quando confinadas, comportam-se como espécies oportunistas, onívora, aceitando alimento artificial – ração – desde a fase larval. As tilápias utilizam eficientemente os carboidratos como fonte de energia, o que possibilita o uso de fontes de proteína e de energia de origem vegetal na formulação e processamento das dietas para tilapicultura sem prejuízo do desempenho produtivo.

Embora avanços consideráveis tenham sido feitos em nutrição de peixes, existe ainda, dentre outras questões, necessidade de pesquisas para determinação das exigências nutricionais de tilápias em função da categoria de peso ou idade, a linhagem, bem como para reprodutores.

Alem disso à obtenção de dieta com adequada relação energia: proteína e perfil de aminoácidos depende, principalmente, do valor nutritivo combinado dos alimentos (KOSH et al., 2016).

O conhecimento dos valores de digestibilidade da energia e nutrientes dos alimentos utilizados para a formulação de rações para uso na aquicultura é necessário para atender aos anseios biológicos e econômicos e ambientais da produção de organismos aquáticos (KOCH et al., 2016).

São recentes as informações sobre valores de energia digestível, proteína digestível, aminoácidos digestíveis e fósforo disponível dos alimentos mais

utilizados em rações para tilápias. Tais informações são importantes para tornar mais ágil o processo de formulação de ração, dispensando a realização de ensaios de digestibilidade, que demandam tempo e são de elevado custo.

Comparativamente a outras espécies de peixes, as tilápias parecem apresentar maior habilidade em aproveitar estes alimentos alternativos. Dietas formuladas à base de produtos de origem vegetal como principal fonte de proteína podem ser utilizadas sem prejuízo ao desempenho das tilápias comparado ao uso de rações contendo produtos animais (TACON; HASAN; METIAN, 2011).

Os nutricionistas de peixes vêm dedicando grande atenção aos estudos visando substituir as fontes proteicas e energéticas de origem vegetal e animal (por exemplo, o farelo soja, milho e farinha e óleos de peixes) por fontes de origem vegetal. Alternativas são os subprodutos do processamento de sementes de plantas oleaginosas (soja, girassol, algodão, mamona), de amiláceas (trigo, arroz, milho, mandioca) de frutos e sementes (manga, acelora, laranja e maracujá).

As rações são compostas por um grupo limitado de alimentos proteicos e energéticos, os quais não apresentam preços flexíveis. Dessa forma, toda vez que houver elevação do preço de um alimento base, como o milho ou a soja, haverá equivalente valorização das rações industrializadas.

Em função das projeções de mercado para o aumento na produção de rações, será necessário disponibilizar grandes volumes de alimentos proteicos para atender às exigências nutricionais das espécies produzidas.

É fundamental então que se conheça o valor nutritivo dos alimentos concentrados de origem vegetal, os quais podem apresentar baixa disponibilidade de alguns nutrientes, como no caso dos minerais. Mais ainda, somente o conhecimento dos valores digestíveis dos alimentos vai permitir a

formulação de rações que atendam às exigências nutricionais com eficiência, evitando tanto a sobrecarga fisiológica quanto a ambiental (KOSH et al., 2016).

Dentre os alimentos de origem vegetal, o milho apresenta melhor coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca do que o farelo de trigo (FURUYA et al., 2001). Os coeficientes de digestibilidade aparente do milho, amido de milho, sorgo, farelos de trigo e de arroz já foram determinados para a tilápia-do-Nilo. Dentre os alimentos energéticos, o milho, alimento comum em rações para organismos aquáticos, possui CDA da energia bruta superior a 90% para a tilápia (GONÇALVES et al., 2009; PEZZATO et al., 2002). A quirela de arroz e milho também são boas fontes de energia para essa espécie (GUIMARÃES et al., 2008).

O milho, sorgo e o trigo apresentam bons valores de proteína digestível para a tilápia quando comparados com os demais alimentos energéticos. Outro alimento que tem sido utilizado como fonte energética, e que também possui proteína de boa digestibilidade, é a quirela de arroz que, entretanto, apresenta CDA da proteína ligeiramente inferior ao do milho e ao do sorgo. O CDA da proteína bruta do sorgo é comparativamente inferior aos coeficientes de digestibilidade aparente dos demais alimentos energéticos (FREIRE et al., 2002). Isso pode ser atribuído à ação antinutricional do tanino, que diminui a utilização da energia e proteína (aminoácidos) do alimento.

Dentre os alimentos proteicos de origem animal com melhores valores digestíveis, destaca-se a farinha de vísceras, seguida da farinha de peixe, enquanto os menores valores são apresentados pelas farinhas de penas e de sangue tostada (PEZZATO et al., 2002). A alta temperatura e o tempo prolongado para a obtenção da farinha de sangue processada afetam a estrutura da proteína, resultando em baixos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína. A farinha de sangue é eficientemente utilizada pela tilápia-do-Nilo (NARVÁEZ-SOLARTE, 2006).

Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta das farinhas de carne e farinha de peixe são próximos, mas inferiores ao da farinha de vísceras. A farinha de carne também apresenta bom coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, mas seu valor nutritivo depende da matéria-prima utilizada para produzi-la. Equações para estimar os valores de proteína e energia digestíveis da farinha de carne em função do teor de proteína podem ser encontradas em Vidal (2010).

Em função do processamento a que são submetidos e/ou matéria-prima utilizada para elaboração do produto final, a farinha de penas e a farinha de sangue apresentam baixos coeficientes de digestibilidade para a fração proteica (GUIMARÃES et al., 2008; NARVÁEZ-SOLARTE, 2006). A farinha de vísceras apresenta maior valor de proteína digestível do que a farinha de peixe e a farinha de carne (GONÇALVES et al., 2009; GUIMARÃES et al., 2008; VIDAL, 2010), enquanto a farinha de penas apresenta valor digestível para proteína inferior a esses alimentos (GONÇALVES et al., 2009).

Alimentos como as farinhas de peixe, vísceras, sangue apresentam bons valores de energia digestível. As farinhas de carne, penas e a farinha de sangue apresentam baixos valores de energia digestível (NARVÁEZ-SOLARTE, 2006). Embora apresentem excelentes coeficientes de digestibilidade aparente, a farinha de sangue deve ser utilizada com restrição como alimento para as tilápias em função de baixa palatabilidade. Dentre os alimentos proteicos de origem animal, a farinha de sangue apresenta o pior CDA para as tilápias (NARVÁEZ-SOLARTE, 2006).

O farelo de soja é excelente fonte de proteína e aminoácidos para tilápias, tendo a metionina como aminoácido mais limitante (FURUYA et al., 2001). O farelo de soja se destaca dentre as fontes proteicas de origem vegetal quando comparado ao farelo de algodão, ao farelo de girassol e ao glúten de milho, apresentando inclusive valores de proteína digestível superiores à da

farinha de peixe. O farelo de soja apresenta melhor coeficiente de digestibilidade do que o farelo de algodão (GUIMARÃES et al., 2008). Dentre os alimentos proteicos de origem vegetal, destacam-se, também, o glúten de milho, seguido do farelo de canola, que apresentam bons coeficientes de digestibilidade aparente da proteína para a tilápia-do-Nilo (PEZZATO et al., 2002).

Comparando-se os coeficientes de digestibilidade aparente dos aminoácidos do milho, farelo de trigo, quirela de arroz, farelo de arroz e sorgo registrados para a tilápia-do-Nilo, pode-se observar que a digestibilidade média dos aminoácidos é maior para o milho, enquanto os valores mais baixos de digestibilidade da metionina e da cistina são apresentados pelos farelos de trigo e de arroz, respectivamente (GUIMARÃES et al., 2008).

A digestibilidade aparente dos aminoácidos dos alimentos energéticos varia entre os ingredientes e dentro de cada ingrediente de acordo com a origem.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da arginina e da metionina são altos para os alimentos energéticos. Considerando as diferenças entre os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e aqueles obtidos com cada aminoácido, torna-se importante determinar a digestibilidade e a disponibilidade individual dos aminoácidos, objetivando o atendimento das exigências nutricionais.

Apesar de ser espécie muito investigada, poucas são as informações sobre a digestibilidade de aminoácidos dos alimentos para a tilápia-do-Nilo. O CDA médio dos aminoácidos das farinhas de peixe, carne, vísceras, penas, sangue e dos farelos de soja, glúten de milho e algodão apresentam valores distintos de coeficiente de digestibilidade para a proteína.

De forma geral, os alimentos proteicos, tanto animal como vegetal, exceto os farelos de algodão com 28 e 32% de proteína bruta, apresentam coeficientes de digestibilidade aparente maiores que 70% para a tilápia-do-Nilo. Os aminoácidos com coeficientes de digestibilidade aparente menores que 70%,

nesses alimentos, são treonina, valina, ácido aspártico, glicina e prolina, e a lisina para o farelo de algodão (GONÇALVES et al., 2009; GUIMARÃES et al., 2008).

3.3 Tilapicultura

É bem sabido que a aquicultura é o setor de produção de alimentos que mais cresce no mundo, (responsável por 17% da fonte proteica consumida no mundo) produzindo uma variedade de produtos, e reduzindo assim a pressão sobre a indústria da pesca de captura (FAO, 2014).

Para atender à crescente demanda mundial por fontes de proteína, uma das espécies mais promissoras é a tilápia. Um grupo de ciclídeos onívoros de água doce nativa da África e que, posteriormente, foi introduzida, deliberada ou acidentalmente, em todo o mundo (EKNATH et al., 1993).

A primeira espécie introduzida na Ásia foi a tilápia de Moçambique, *Oreochromis mossambicus*, na década de 1940, embora esta tenha sido substituída em grande parte pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, devido à sua melhor performance de crescimento em lagoas. Inicialmente, estes peixes, por vezes chamado “franco d’água”, foram amplamente cultivados em lagos interiores.

Depois da carpa, a tilápia é o peixe mais cultivado no mundo, com uma produção de mais de 3,95 milhões de toneladas, de acordo com um levantamento feito pela FAO (2014).

Por se tratar de uma espécie, de crescimento rápido, não requerer tecnologia sofisticada para a sua produção, aceitar uma grande variedade de alimentos, ter boa conversão alimentar, ser resistente a muitas doenças e possuir excelente sabor e textura, têm sido utilizadas como importante fonte de proteína animal nos países subdesenvolvidos (MCCONNELL, 2000).

De acordo com Alceste e Jorry (2010) tal destaque deve-se ao fato de responderem bem às condições ambientais desfavoráveis (como baixo nível de oxigênio e elevados níveis de amônia dissolvidos na água). Destacam-se, ainda devido à ausência de espinhos musculares em “Y”, adequando-se à indústria de filetagem e apresentando excelente aceitação comercial pelas características sensoriais de seu filé e por revelarem-se bastante apreciadas na pesca esportiva.

Conforme Viola e Ariele (1983), a tilápia-do-nilo por ser um onívoro aceita muitos alimentos e possui grande habilidade de filtração de plâncton, alimentando-se também de detritos orgânicos (PROENÇA; BITTENCOURT, 1994). Aceita facilmente rações balanceadas, aproveitando eficazmente os carboidratos da dieta (SHIAU; PENG, 2007) que, somando ao fato de serem extremamente resistentes às condições adversas do meio e às enfermidades, faz com que superem as demais espécies em termos de crescimento e conversão alimentar, quando confinadas em viveiros.

Nesse sentido, conforme estudos acerca de sua nutrição têm se destacado em ensaios de digestibilidade de nutrientes e energia de fontes convencionais e alternativas de origem vegetal (ARAÚJO et al., 2012; LIMA; LUDKE, 2011; PEZZATO et al., 2001), devido às suas adaptações morfofisiológicas, como dentes faríngeos, pH estomacal baixo (<1,5) e intestino longo (KUBARIK, 1997).

4 CONSIDERAÇÕES

Os subprodutos podem ser uma alternativa para a redução dos custos na alimentação e produção de Tilápia do Nilo, principalmente quando se encontram disponíveis na região em que é cultivada.

Portanto, devido à sua importância e versatilidade, mais estudos sobre sua nutrição são necessários para adequação do nível de inclusão de diferentes fontes alimentares, a depender da fase de vida da espécie. Torna-se também relevante verificar o desempenho do animal sujeito a dietas contendo diferentes alimentos alternativos ao milho e ao farelo de soja, a fim de conferir a sua possibilidade de utilização em todas as vertentes.

REFERÊNCIAS

- AIRES, A. **Gestão de recursos humanos recrutamento & seleção**. Lisboa: Universidade Independente, 2007. Disponível em: <http://www.notapositiva.com/superior/gestaoempresarial/gestaorechumanos/recrutamentoesel_eccao.htm>. Acesso em: 30 jul. 2016.
- ALCAIDE, E. M.; GARCÍA, A. I. M.; RUIZ, D. R. Y. Los subproductos del olivar en la alimentación de rumiantes. **Albéitar**, Granada, n. 140, p. 32-34, 2010.
- ALCESTE, C.; JORRY, D. Análisis de las tendencias actuales em comercialización de tilapia en los Estados Unidos de norte américa y la Union Europea. In: CONGRESSO SULAMERICANO DE AQUICULTURA, 1., 1998, Recife. **Anais...** Recife: SIMBRAQ, 1998. p. 349-364.
- ARAÚJO, J. R. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes do semi-árido nordestino para tilápia do Nilo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 5, p. 900-903, maio 2012.
- AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 350 p.
- BIUDES, J. F. V.; PEZZATO, L. E.; CAMARGO, A. F. M. Digestibilidade aparente da farinha de aguapé em tilápias- do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 11, p. 2079-2085, nov. 2009.
- BOLANOS, J. F. et al. Total recovery of the waste of two-phase olive oil processing: isolation of added-value compounds. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, Washington, v. 52, n. 19, p. 5849-5855, Sept. 2004.
- BOSCOLO, W. R. et al. Composição química e digestibilidade da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2579-2586, dez. 2008.
- CHOU, C. F.; HAUNG, Y. L. Characterization of passion fruit seed fibres - potential fibre source. **Food Chemistry**, London, v.85, n. 2, p. 189-194, Apr. 2004.

CÓRDOVA, K. R. V. et al. Estudo de variáveis de processamento para produção de doce em massa da casca do maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 1, p. 65-71, jan./mar. 2011.

DAVIDSON, A. **The Oxford companion to food**. New York: Oxford University Press, 1999. 960 p.

EKNATH, A. E. et al. Genetic improvement of farmed tilápias: the growth performance of eight strains of *Oreochromis niloticus* tested in different farm environments. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 111, n. 1/4, p. 171-188, Apr. 1993.

FELIPE, E. M. F. et al. Avaliação da qualidade de parâmetros minerais de pós-alimentícios obtidos de casca de manga e maracujá. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 1, p. 79-83, jan./mar. 2006.

FERNÁNDEZ, M. H. et al. **Elaboración de aceite de oliva de calidad. Obtención por el sistema de dos fases**. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, 1996. 84 p. (Informaciones técnicas, 61/98).

FERRARI, R. A.; COLUSSI, F.; AYUB, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá: aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 101-102, abr. 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture**. Roma: FAO, 2014. 224 p. Disponível em: <ftp:ftp.Fao.org/FI/STAT/summary/YB_Overview.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2016.

FREIRE, E. S. et al. Digestibilidade aparente pela tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) de rações contendo sorgo (alto e baixo tanino) e metionina. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 927-934, 2002.

FREIRE, M. M. et al. Avaliação da qualidade do óleo de mamona de diferentes genótipos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande, 2006. p. 1-5. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/trabalhos_cbm2/121.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2016.

FURUYA, W. M. et al. Exigências de metionina + cistina total e digestível para alevinos revertidos de tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), baseadas no conceito de proteína ideal. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 885-889, 2001.

GARDNER JUNIOR, H. K. et al. Detoxification and deallergenization of castor beans. **The Journal of the American Oil Chemists Society**, Berlin, v. 37, n. 3, p. 142-148, Mar. 1960.

GALANAKIS, C. M. et al. Olive fruit dietary fiber: components, recovery and applications: review. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 22, n. 4, p.175-184, Apr. 2011.

GALANAKIS, C. M.; TORNBERG, E.; GEKAS, V. A study of the recovery of the dietary fibres from olive mill wastewater and the gelling ability of the soluble fibre fraction. **Food Science and Technology**, London, v. 43, n. 7, p. 1009-1017, Sept. 2010.

GOMES, J. D. F. et al. Efeito do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: Suínos em crescimento e terminação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 483-492, jul./set. 2007.

GONÇALVES, G. S. et al. Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para tilápia-do-Nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 201-213, 2009.

GONDIM, J. A. M. et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, out./dez. 2005.

GUIMARÃES, I. G. et al. Nutrient digestibility of cereal grain products and by-products in extruded diets for Nile tilapia. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 39, n. 6, p. 781-789, Dec. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA. **Estatísticas agrícolas 2013**. Lisboa, 2014. 168 p.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1008-1014, set./out. 2005.

KOCH, J. F. et al. Optimizing fish meal-free commercial diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 452, p. 357-366, Feb. 2016.

KUBARIK, J. Tilapia on highly flexible diets. **Feed International**, Mount Morris, v. 6, p.16-18, 1997.Z

LAFKA, T. L. et al. Phenolic and antioxidant potential of olive oil mill wastes. **Food Chemistry**, London, v. 125, n. 1, p. 92-98, Mar. 2011.

LIMA, M. R.; LUDKE, M. M. Utilização de ingredientes energéticos pela tilapia do Nilo. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 8, n. 2, p. 1418-1430, mar./abr. 2011. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/129V8NP1418_1430_MAR2011_.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2016.

MARKET OF OLIVE RESIDUES FOR ENERGY. Milan, 2008. 41 p. Disponível em: <https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/report_on_best_practices_m.o.r.e._en.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2016.

MARTÍN-GARCÍA, A. I. et al. Chemical composition and nutrients availability for goats and sheep of two-stage olive cake and olive leaves. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 107, n. 1/4, p.61-74, June 2003.

MCDOWELL, L. R. **Vitamins in animal and human nutrition**. Iowa: Iowa University Press, 2000. 793 p.

MEDEIROS, R. M. L. et al. Destinação e reaproveitamento de subprodutos da extração olivícola. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 2, p. 100-108, abr./jun. 2016.

NARVÁEZ-SOLARTE, W. V. **Avaliação de farinhas de sangue como fontes de proteínas para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2006. 74 f. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2006.

PERES, J. R. R.; BELTRÃO, N. E. de M. Oleaginosas para biodiesel: situação e potencial. In: FERREIRA, J. R.; CRISTO, C. M. P. N. (Coord.). **O futuro da indústria: biodiesel**. Brasília: MDIC, 2006. p. 67-82. (Série Política Industrial, Tecnologia e de Comércio Exterior, 14). Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/publicações/sti/indbraopodesafios/coleta_nea/biodiesel/biodiesel.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2016.

PEZZATO, L. E. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 34, p. 1595-1604, jul./ago. 2002.

PINA, M. et al. Novas alternativas de valorização para dinamizar a cultura da mamona no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 453-462, maio/ago. 2005.

PINTADO, M. E.; TEIXEIRA, J. A. Valorização de subprodutos da indústria alimentar: obtenção de ingredientes de valor acrescentado. **Boletim de Biotecnologia**, Braga, v. 2, n. 6, p. 10-12, abr. 2015.

PROENÇA, C. E. M.; BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de piscicultura tropical**. Brasília: IBAMA, 1994. 196 p.

OLIVEIRA, L. F. et al. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 259-262, dez. 2002.

OLSNES, S.; KOZLOV, J. Ricin. **Toxicon**, Elmsford, v. 39, n. 11, p. 1723-1728, Nov. 2001.

RINCÓN, B. et al. Treatment technologies of liquid and solid wastes from two-phase olive oil mills. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 57, n.1, p. 132-146, ene./mar. 2006.

SEBADELHE, C. S.; OLIVEIRA, A. C.; ROSA, M. F. Produção de biodiesel a partir de matéria-prima do sector oleícola. In: CONGRESSO IBÉRICO, 13.; CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ENERGIA SOLAR, 8., 2006, Lisboa. **Actas...** Lisboa: LNEG, 2006. p. 1-8. Disponível em: <http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/764/1/AColiveira_artigoCIES06.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2016.

SEVERINO, L. S. et al. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristóvão, SE, v. 5, n. 1, p. 54-59, 2004.

SEVERINO, L. S. **O que sabemos sobre a torta de mamona**. Campina Grande: Emprapa Algodão, 2005. 31 p. (Documentos, 134).

SHIAU, S. Y.; PENG, C. Y. Protein-sparing effect by carbohydrates in diets for tilápia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 117, n. 3/4, p. 327-334, Nov. 1993.

TACON, A. G. J.; HASAN, M. R.; METIAN, M. **Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans**: trends and prospects. Roma: FAO, 2011. 87 p. (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, n. 564).

TOLEDO, M. P. A. **Processamentos de dietas práticas com diferentes fontes de energia para o crescimento e a digestibilidade da tilápia do Nilo**. 2004. 79 p. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

UCHOA, A. M. A. M.; COSTA, J. M. C.; MAIA, A. M. et al. Parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 58-65, 2008.

VIDAL, L. V. O. **Equações de predição para valores de proteína e energia digestíveis em alimentos de origem animal para tilápias**. 2010. 30 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

VIOLA, S.; ARIELI, Y. Evaluation of different grains as ingredients in complete feeds for carp and tilapia in intensive culture. **Israel Journal Aquaculture**, Jerusalém, v. 35, n. 2, p. 38- 43, 1983.

ZERAIK, M. L. et al. Maracujá: um alimento funcional. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 20, n. 3, p. 459-471, jun./jul. 2010.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS**ARTIGO 1 FARINHA DA CASCA DE MARACUJÁ NA ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO: DIGESTIBILIDADE, DESEMPENHO, ATIVIDADE ENZIMÁTICA, PARÂMETROS SANGUÍNEOS E CARACTERÍSTICAS DAS CARÇAÇA E DO FILÉ**

Renato Silva Leal^{a*}, Raquel Tatiane Pereira^b, Bruno Olivetti de Mattos^c, Maria Emília de Sousa Gomes Pimenta^a, Carlos José Pimenta^a, Helena Peres^{d*}

^a*Department of Food Science, Campus Lavras, Federal University of Lavras (UFLA), 37200-000-Minas Gerais, Brazil.*

^b*Department of Animal Science, Campus Lavras, Federal University of Lavras (UFLA), 37200-000-Minas Gerais, Brazil.*

^c*Department of Animal Science and Veterinary Medicine, Campus Salvador, Federal University of Bahia (UFBA), 40170-110-Bahia, Brazil.*

^d*Interdisciplinary Centre for Marine and Environmental Research (CIIMAR/CIMAR), University of Porto, 4050-123-Porto, Portugal.*

Versão redigida de acordo com as normas da revista Aquaculture

* Corresponding authors: E-mail address: renato.quimicaufila@hotmail.com (R. S. Leal); pereshelena@ciimar.up.pt (M. H. T. R. M. Peres).

RESUMO

A farinha da casca do maracujá (FCM) é um subproduto da produção de suco, sendo rico em fibras insolúveis, principalmente de celulose, pectinas e um alto valor energético. O objetivo deste trabalho foi avaliar substituição do milho pela farinha da casca de maracujá em diferentes porcentagem. Portanto, dois ensaios foram conduzidos, sendo um de digestibilidade e um de desempenho do crescimento, para avaliar os coeficientes de digestibilidade aparente (CDAs) dos nutrientes e seus efeitos sobre o desenvolvendo dos peixes, qualidade de carcarça, filé e atividade das enzimas digestivas em juvenis de tilápias do nilo. No ensaio de digestibilidade utilizou-se 120 animais com peso médio de $100,0 \pm 3,1$ g, e no de desempenho utilizaram-se 480 juvenis, com peso médio de $56,3 \pm 1,2$ g. O delineamento experimental utilizado em ambos os experimentos foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, e três repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro rações isoenergéticas, com diferentes quantidades de substituição do milho pela farinha da casca de maracujá (0, 10, 15 e 30%). CDAs de proteína (93-95%) e energia (92-94%) não apresentaram diferenças entre as dietas. As variáveis de desempenho apresentaram aumento significativo com a substituição de FCM. A qualidade química da carcarça não apresentou diferença significativa, já no filé houve aumento significativo na porcentagem de lipídio com o aumento de FCM. A atividade das enzimas digestiva protease e amilase apresentaram diferenças significativa. Globalmente, conclui-se que PFPM é bem digerida e parece ter grande potencial para inclusão em dietas de juvenis de tilápia do nilo, o que possibilita a inclusão de até 30% da farinha de subproduto de maracujá nas rações de tilápia do Nilo sem comprometer as variáveis avaliadas no presente estudo.

Palavras chave: Digestibilidade, alimento alternativo, subproduto, filé, tilápia do nilo.

1. INTRODUÇÃO

Um grande desafio para a aquicultura tem sido encontrar alimentos alternativos econômicos, sustentáveis e nutricionalmente vantajosos que minimizem efeitos secundários indesejáveis, tais como o crescimento mais lento, baixa eficiência alimentar, ou prejudicando a saúde do intestino dos peixes. Desta forma, um progresso considerável na formulação de dietas destinadas a espécies onívoras, como o catfish e tilápia (FAO 2014).

No entanto, a produção de peixes onívoros ainda é dependente de dietas ricas em proteínas e energia, fornecidos principalmente por farelo de soja e milho. Varias fontes de energia de origem vegetal já estão sendo utilizadas como alternativas ao milho para peixes onívoros (FAO 2014).

Entretanto, observa-se que estas normalmente reduzem a ingestão do alimento e a eficiência alimentar e podem causar problemas intestinais, tradicionalmente associados aos fatores anti-nutricionais encontrados nessas plantas (Balasundram et al. 2006).

O aumento da produção de peixe em aquicultura intensiva enfrenta o grande desafio de produzir peixe de alta qualidade, minimizando todos os obstáculos econômicos atribuídos às flutuações do setor agrícola e, portanto, deve encontrar maneiras de manter este crescimento de produção ambiental e economicamente sustentável (FAO 2014).

Subprodutos da agroindústria tem um potencial atraente como fonte de energia (Cremades et al 2003; Shahidi e Synowiecki, 1991). Cascas e sementes são resíduos secos remanescentes após a extração de polpas no setor alimentar, e sua disponibilidade como ingrediente está crescendo com o aumento da fabricação de bebidas e de derivados agropecuários. Com esta disponibilidade, o preço de frutas e de subprodutos alimentares tornam-se mais competitivos, reforçando a sua utilização na alimentação, especialmente para peixes onívoros (Souza et al. 2013).

Portanto, o uso de subprodutos agroindustriais tem grande valor na nutrição de peixes. Estes apresentam boa composição nutricional, levam a redução no custo das dietas e proporcionam maior competitividade entre as indústrias de alimentos para pescado (Jones et al. 2014).

Um dos suprodutos promissores é a farinha da casca de maracujá, está é rica em pectina, flavonoides, cálcio, fibra alimentares. Foram verificados benefícios da farinha da casca de maracujá como redutor da glicemia, redução no colesterol e LDL (Pena et al. 2008, Ramos et al. 2007). Também foi observado que a presença de um alto teor de pectina, ajudou o controle da taxa de glicose e colesterol no sangue, sugerindo o uso da farinha da casca de maracujá como adjuvante das terapias convencionais (Zeraik et al. 2010).

Sendo assim, esta pesquisa foi realizada para avaliar a digestibilidade, crescimento, a qualidade da carne, as enzimas digestivas e os parâmetros sanguíneos de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos a dietas contendo diferentes quantidades de farinha da casca de maracujá (FCM) em substituição ao milho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Dietas Experimentais

Uma dieta de referência (controle) foi formulada para conter 31,49 g/100g de proteína, 3,27 g/100g de lipídios. Farelo de soja e o milho foram usados como fontes de proteína e energia nessa dieta, o amido gelatinizado de quirera de arroz como fonte de carboidratos. Três outras dietas foram formuladas numa mistura de 10, 15 e 30% de farinha da casca de maracujá (FCM) em substituição ao milho. Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentados a composição química da farinha da casca do maracujá (FCM) e a das dietas experimentais respectivamente.

Em resumo, foram elaboradas 4 dietas: controle sem farinha da casca do maracujá, FCM1= 10% de farinha de cascas de maracujá, FCM2= 15% de farinha de cascas de maracujá e FCM3= 30% de farinha da casca de maracujá.

As etapas de elaboração, produção e extrusão das dietas foram realizadas na Fábrica de Rações do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. O equipamento utilizado consistiu de um moinho de facas (Inbramaq®, São Paulo, Brasil) e um misturador em forma de Y, com capacidade de 40 quilos. A extrusão das dietas foi realizada em uma extrusora Extrucenter, modelo MAB 400S com rosca sem fim, injeção de vapor e alta pressão no condicionador, atingindo uma temperatura média de 120 °C, necessária para garantir a extrusão. Cada dieta recebeu a temperatura e pressão específica necessárias para assegurar o mesmo grau de gelificação do amido e a sua extrusão. A temperatura média dos pellets na saída do extrusor foi de 75.0°C, conforme estabelecido por Morken et al. (2011).

A peletização foi realizada em um granulador Calibras, com a adição de vapor e de água e uma capacidade de processamento de 300 a 500 kg.hora-1. As dietas foram sedimentadas na esteira rolante Extrucenter de ar seco e armazenada a -20°C, até à sua utilização. Além disso, uma parte da dieta foi suplementada com 1,0% óxido crômico (Cr₂O₃) como marcador fecal inerte, para determinar a digestibilidade do subproduto.

2.2 Fase Pré-experimental

Os alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foram produzidos pela Piscicultura Igarapé Co., Belo Horizonte, Brasil e cultivadas, até atingirem a fase de juvenil, em hapas montadas em um tanque de alvenaria, por um período de duas semanas para adaptação à dieta controle e crescimento.

2.3. Ensaio de digestibilidade

O ensaio de digestibilidade foi realizado no Laboratório de Nutrição de Peixes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Brasil. O protocolo de manejo foi realizado por cientistas treinados (segundo recomendações FELASA categoria C), de acordo com a Diretiva da União Europeia (2010/63/UE) relativo à proteção dos animais para fins científicos.

A pesquisa foi conduzida em um sistema experimental com recirculação de água termo-regulado, equipado com 12 tanques de fibra de vidro com capacidade de 200 litros, cada um com uma coluna de decantação de fezes ligado à saída, projetado de acordo com Cho et al. (1982). Durante o ensaio, a água de fluxo foi fixada em cerca de 8,2 L/min por tanque. A temperatura média da água foi 28°C, e o oxigênio dissolvido foi mantido acima da saturação de 70%.

Dez tilápias do nilo com um peso médio inicial de 100g, foram colocadas em cada tanque e deixou-se adaptar às condições experimentais por 10 dias. Durante este período, os peixes foram diariamente alimentados com a dieta controle. Depois disso, as dietas experimentais foram aleatoriamente distribuídas, sendo que cada uma foi atribuída a três unidades experimentais (tanques). Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 9.30h e 16.30h, até a saciedade aparente. Os peixes foram adaptados às dietas durante 7 dias e, em seguida, começaram a receber as dietas contendo óxido de crômico. A coleta das fezes acumuladas em cada coluna de decantação foi feita diariamente por 24 dias, antes da refeição da manhã. Depois foram centrifugadas a 3000 x g, e armazenados a -20°C até a análise. Trinta minutos após a refeição da tarde, tanques, tubos, e colunas de sedimentação foram completamente limpos para remover o excesso de dietas e de fezes. As fezes recolhidas durante o período de amostragem foram reunidas para cada tanque.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDAs) da proteína, dos lípidios, da matéria seca, e a energia das dietas foram determinados pela seguinte fórmula (Bureau et al.1999):

$$\text{ADC (dieta)} = 1 - \left[\frac{\text{Cr2O3 na dieta X nutriente na fezes ou energia}}{\text{Cr2O3 na feze X nutriente na dieta ou energia}} \right] \times 100$$

2.4. Ensaio de Desempenho

Após o período de adaptação, 480 juvenis de tilápia do Nilo com peso inicial de $56,0 \pm 1,2$ g foram distribuídos aleatoriamente em 12 tanques-redes de $1,0 \text{ m}^3$, perfazendo um total de 40 alevinos em cada unidade experimental. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (diferentes dietas) e 3 repetições.

As dietas experimentais foram também aleatoriamente distribuídas, sendo que cada dieta (controle, FCM1, FCM2, FCM3) foi fornecida a 3 tanques-redes.

Os peixes foram alimentados “*ad libitum*”, duas vezes ao dia, seis dias por semana, resultando em 56 dias de experimento. Receberam cerca de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, sendo que foi considerado como o início do período de luz, às 6 da manhã.

Diariamente monitorou-se a sobrevivência, sendo que, na ocorrência de mortalidades estas foram anotadas.

Semanalmente foram monitorados os seguintes parâmetros da água: temperatura ($22,5 \pm 4,3^\circ\text{C}$), pH ($6,7 \pm 0,4$), oxigênio ($5,7 \pm 1,4 \text{ mg/l}$) e amônia ($5,4 \pm 1,3 \text{ mg/l}$). Estes foram considerados adequados para cultivo da espécie (Furuya et al. 2014). Além disso, ao final de cada semana pesou-se a ração para obtenção do consumo.

Completando 56 dias, os peixes foram pesados e todas as variáveis utilizados para avaliar o desempenho foram obtidos, conforme as equações descritas por Wang et al. (2007):

Ganho de peso (% PMI^{*1}) = (peso final – peso inicial) × 100 / peso inicial.

Ganho de peso (g kg PMDE⁻¹.dia⁻¹) = ((PMF^{*2} – PMDE^{*3}) x 1000) / (PMFx56 dias).

Taxa de crescimento específico (%.dia⁻¹) = {(Ln (peso final) – Ln (peso inicial)) / duração (56 dias)}×100.

Consumo de ração (g kg PMDE⁻¹.dia⁻¹)= ((Consumo de ração (g matéria seca/peixe) x 1000)/(PMDEx56dias).

Índice de crescimento diário= 100 x [(peso final)^{1/3} – (peso inicial)^{1/3}] x (dia).

Conversão alimentar = ganho de peso vivo (g) / consumo de ração seca (g).

Eficiência alimentar= Ganho de peso vivo (g) / Ingestão total (g).

Taxa de eficiência protéica= Ganho de peso vivo (g) / ingestão de proteínas de matéria seca (g).

Sobrevivência (%) = 100 × (número final de peixes/número inicial de peixes).

HSI = índice hepato-somático (peso do fígado/peso corporal) x 100

VSI= índice víscero-somático =(peso da viscera/pesocorporal) x 100

*¹PMI =Peso médio inicial

*²PMF= Peso médio final

*³PMDE = Peso médio durante o ensaio.

2.5. Parâmetros sanguíneos e Atividade de Enzimas Digestivas

Ápos a coleta de dados para o ensaio de desempenho, os peixes continuaram a ser alimentados por mais cinco dias. Ao final desse período, separou-se aleatoriamente seis peixes por tanque-redes realizando-se a coleta de sangue por punção do vaso caudal, de acordo com Waterstrat et al. (2005). Os

animais foram anestesiados com eugenol em água potável na concentração final de 30µL/L, a partir de uma solução de eugenol a 50% (v/v) em etanol hidratado.

Os peixes foram considerados anestesiados quando sua posição na água se tornou aleatória, com prevalência da posição dorsal e sem resposta corporal a estímulos externos. Para a coleta de sangue utilizou-se seringas lavadas com heparina sódica de uso farmacêutico.

Para reduzir as lesões provocadas pela coleta, foi utilizada uma agulha calibre de 0,3mm, normalmente utilizada para a aplicação de insulina.

Em seguida, os mesmos foram abatidos e, para tanto, utilizou-se o anestésico eugenol (50µL/L) e gelo por 30 segundos, conforme protocolo desenvolvido por Ross & Ross (1999). Após o sacrifício, as tilápias foram evisceradas e colocadas em uma bandeja com gelo.

Das vísceras, separou-se o trato digestivo e removeu-se cuidadosamente os tecidos conjuntivos aderentes. Em seguida, retirou-se 5 cm de intestino para avaliação da atividade de enzimas digestivas em peixes completamente alimentados, para evitar falhas devido aos efeitos do jejum, seguindo as recomendações de Krogdahl e McKellep, 2005. Vale ressaltar, que para garantir que o intestino estivesse cheio no momento da amostragem, os peixes foram alimentados continuamente durante a coleta.

As seções do intestino foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido e depois armazenadas a -80°C até a medição da atividade enzimática.

2.5.1 Parâmetros Sanguíneos

Foram realizadas as seguintes análises lipoproteína de alta densidade (HDL-C), lipoproteínas de baixa densidade (LDL-C), lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL-C), colesterol total e triacilgliceróis. Utilizou-se o método colorimétrico enzimático, por meio dos "kit" da marca In Vitro Diagnostica ® código 10552 para colesterol, CAT: 10724 para triacilglicerol e

CAT: 044 para HDL-c. Para determinação do colesterol total seguiu-se a metodologia proposta por Allain et al. (1974), onde a reação resulta na formação de cor vermelha, cuja intensidade é diretamente proporcional à concentração de colesterol na amostra. As leituras da absorbância foram realizadas em espectrofotômetro a $\lambda = 500$ nm. Para a dosagem de HDLC, foi usada a metodologia proposta por Warnick et al. (1985), com o sistema de precipitação de lipoproteína. De acordo com este método, as lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL-c) e lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c) são precipitadas por ácido fosfotúngstico e cloreto de magnésio. Após a centrifugação da amostra, o colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidade (HDL-C) foi determinado no sobrenadante utilizando a metodologia para a medição do colesterol total (em mono-reagente concentração dobrado) descrito acima. O LDL-c foi determinada indiretamente pela fórmula: $LDL-c = \text{Colesterol total} - HDL-c - \text{triacilglicerol-5}$. Esta fórmula é citada por Mahan & Escott-Stump (1998) e Santos (2001). Para cálculo do VLDL-c no soro, foi utilizada a seguinte fórmula: $VLDL-c = \text{triacilglicerol-5}$. Os triacilgliceróis foram determinadas seguindo a metodologia sugerida por Fossati & Prencipe (1982), utilizando um kit enzimático. As reações resultaram na formação de cor vermelha, cuja intensidade de cor é diretamente proporcional à concentração de triacilgliceróis na amostra. As leituras de absorbância foram realizadas da mesma maneira que para o colesterol total.

2.5.2 Atividade de enzimas digestivas

Para a medição da atividade enzimática, a seção do intestino foi homogeneizado em tampão resfriado com gelo (Tris-HCl a 100, 0,1 mM de EDTA e 0,1% de Triton X-100 (v / v), pH 7,8), centrifugado (30 000 xg; 30 min; 4 °C) e o sobrenadante resultante foi recolhido e armazenado a -80°C, até análise. Todas as atividades enzimáticas foram determinadas utilizando

espectrofotômetro de varredura de microplacas PowerWavex (Bio-Tek Instruments, EUA). A atividade total de protease foi medida pelo método de hidrólise de caseína, a pH 8, utilizando 0,1 M de Tris-HCl como tampão, de acordo com Walter (1984) e adaptada por Hidalgo et al., (1999). O pH 8, foi escolhido uma vez que está dentro do pH fisiológico para a atividade de protease em tilápia do Nilo (Zhai & Liu, 2014). A mistura de reação contendo caseína (1% w/v; 0 125 ml), tampão (0, 125 ml) e o sobrenadante homogeneizado (0,05 ml), foi incubada durante 1 hora a 37°C e sendo interrompida pela adição de 0,3 ml de solução de ácido 65 tricloroacético (8% p/v). Depois de ser mantido durante 1 hora a 2° C, as amostras foram centrifugadas (1 800 x g; 10 min) e a absorbância foi lida a 280nm contra brancos. Os espaços em branco foram preparados por adição do sobrenadante a partir dos homogenatos após incubação. A solução tirosina foi usada para estabelecer uma curva de calibração. Uma unidade de atividade enzimática foi definida como a quantidade de enzima necessária para catalisar a formação de 1,0 umol de tirosina por minuto. Atividades de α -Amilase (EC 3.2.1.1) e de lipase (EC 3.1.1.3) foram medidas com kits comerciais (Spinreact ref 41201 e ref 1.001.274, respectivamente.); a atividade enzimática foi expressa como a atividade específica; uma unidade (U) de atividade foi definida como nmol de produto gerado por minuto. A proteína solúvel foi determinada de acordo com Bradford (1976), tendo uma solução de albumina de soro bovino como padrão.

2.6. Caracterização química do Peixe Inteiro

Para caracterização química dos peixes inteiros de tilapias do Nilo de cada tratamento foram abatidas, utilizando-se o anestésico eugenol (50 μ L/L) e gelo por 30 segundos, conforme protocolo desenvolvido por Ross & Ross (1999), Após o sacrifício foram evisceradas, e imediatamente congeladas e armazenadas a -20°C até a realização das análises. Seis peixes foram amostrados

aleatoriamente de cada tratamento no final do ensaio. Eles foram reunidos, moídos e liofilizados, e os teores de proteína bruta corporal, gordura bruta, umidade e conteúdo de cinzas determinado de acordo com métodos da AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 2000). Todas as análises foram feitas em triplicata.

2.7. Caracterização centesimal, pH, Cor e Rendimento do Filé

A Caracterização centesimal de seis filés para cada tratamento foi determinada em triplicata conforme descrito no AOAC (2000).

O pH muscular foi medido 4 horas pós-abate e um dia após abate utilizando-se um medidor de pH portátil (modelo Tec 11; Tecnal Instruments SA, São Paulo, Brasil) por inserção direta do eletrodo de vidro na parte mais espessa do músculo. O espectrocolorímetro (modelo CM-5, Konica Minolta, Japão) foi usado para medir a cor do filé de acordo com o sistema tricromático CIE L*, a* e b* sugerido por Alnahhas et al. (2014).

Para a análise de rendimento de filé (sem ossos e pele) utilizou-se os dois cortes laterais. Os peixes foram processados manualmente, com pesagem das porções obtidas a partir do peixe inteiro. Foram utilizados os dados de rendimento, em relação ao peso total do peixe.

2.8 Análises químicas dos ingredientes, das dietas, das fezes e dos peixes e filé.

As análises químicas dos ingredientes, dietas, fezes peixes inteiros e filés foram realizadas como se segue: matéria seca, por secagem das amostras a 105°C até peso constante; matéria seca em peixes e filés foram determinados por liofilização (freeze sistema de secagem, Liotop, modelo L101) cinzas, por incineração num forno de mufla a 450 ° C durante 16 horas; proteína (N x 6,25) pelo método de Kjeldahl, após digestão com ácido, utilizando a digestão e sistema para a determinação da proteína de neutralização dos gases / nitrogênio e

esgotamento. (Tecnal Systems, Brasil; modelos TE-040/25-RP e TE-040/25-SE, respectivamente); lípidos de ingredientes e dietas por extração com éter de petróleo usando um sistema de Soxtec (Sistema determinação de lípidos, Tecnal, Brasil; extrator modelo TE-044/8), e nas fezes por um método gravimétrico (Folch et al, 1957). Devido à quantidade limitada de amostra de fezes; energia bruta, por combustão direta de amostras em um calorímetro de bomba adiabática (SRPA Instruments, Moline, IL, USA; modelo PARR 1261); óxido crômico por digestão com ácido de acordo com Furukawa e Tsukahara (1966).

A análise de aminoácidos foi feita de acordo com Peres e Oliva-Teles (2009). Resumidamente, as amostras foram hidrolisadas durante 23 h com ácido clorídrico 6N a 110°C sob atmosfera de nitrogênio e derivatizado com reagente ftaldialdeído (OPA; Sigma) antes da separação por cromatografia líquida de Ultra desempenho (UPLC) num Sistema de Análise de Aminoácido de Fase Inversa Shimadzu (Shimadzu modelo de amostra auto SIL20A; Shimadzu bomba quaternária modelo LC20AT; detector Shimadzu modelo de RF-20A EX λ -350 nm EM-450 nm), equipado com uma coluna Shim-pack Amino-Na e uma coluna Shim-pack ISC-30Na, usando as condições descritas por LLAMES et al., (1994). Padrões externos (Produção Sigma Co., número de lote 2114022) foram identificados picos cromatográficos, integrados e quantificados com o pacote de software LC-Solution Shimadzu, comparando com os padrões de aminoácidos conhecidos.

O lipídio total foi extraído primeiro seguindo homogeneização em clorofórmio/metanol (2:1,v/v) de acordo com Folch et al. (1957) e, em seguida, metilação para produzir ésteres de ácidos graxos (FAMES). Os ésteres resultantes da etapa de esterificação foram submetidos à análise de cromatografia em fase gasosa, equipamento GC 2010 SHIMADZU com detector de ionização de chama (FID), utilizando uma coluna capilar (100 m x 0,25 mm x 0,2 μ m). As seguintes condições cromatográficas utilizadas: Injetor: trabalhando

no "split", com o uso de gás de arraste de hélio a uma taxa de fluxo de 1,0 ml.min⁻¹. Injetando amostra de 1µl com tempo de execução de 60 min. Coluna: temperatura inicial de 140 °C e manteve-se esta temperatura durante 5 minutos, elevando-se a uma taxa de 4°C min⁻¹ para 240°C. A coluna de fase estacionária compreender bis-cianopropilo polissiloxano. A identificação e quantificação dos ácidos graxos foram feitos por comparação dos tempos de retenção dos ésteres contidos no padrão Supelco 37 de componentes da mistura FAME (CRM47885 - CAS 75-09-2) com as amostras. Cor do filé foi analisada com um colorímetro (Chroma Meter KONICA MINOLTA CR-400/410 - Japão), utilizando parâmetros como luminosidade e cromaticidade de acordo com Kristinsson et al. (2005).

2.9. Análise estatística

Os dados foram apresentados como média ± erro padrão. Todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando um nível de significância de $P < 0,05$ para rejeição da hipótese nula. Testes de Tukey foram aplicados para determinar as diferenças entre as médias. Correlações lineares foram determinadas entre as variáveis e os conteúdos de farinha de casca de maracujá. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SPSS versão 20.0 (SPSS, Michigan Avenue, Chicago, IL, EUA) disponibilizado pela Faculdade de Ciências do Porto (FCUP).

3. RESULTADOS

Os coeficientes de digestibilidade aparente (ADC) da proteína, lipídios e energia não foram afetadas pela composição da dieta (Tabela 3)($P > 0,05$). No entanto, os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente foram muito elevados sendo 94-99% para umidade, 93-95% para proteínas, 90-96% para lipídios e 92-94% para energia.

Para as variáveis de desempenho avaliadas, observou-se efeito significativo ($P > 0,05$) nas diferentes dietas para peso final, % ganho de peso, ganho de peso diário, conversão alimentar, índice hepatossomático (HSI) e índice de gordura viscerosomática (VSI) (Tabela 4).

O desempenho foi afetado pelo nível de farinha de casca de maracujá. O desempenho, obtido em peso corporal final, ganho de peso ou índice de crescimento diário foi afetado pelo nível FCM dietético. O consumo de ração também foi afetada pela composição da dieta. Peso final, ganho de peso, ganho de peso diário foram influenciados significativamente por 15 e 30% de FCM incorporado. Os peixes prontamente aceitaram as dietas experimentais e a sobrevivência apresentou excelente resultado.

A HSI (%) e VSI (%) foi significativamente influenciada pelo tratamento dietético. A incorporação de quantidades diferentes de FCM resultou em uma diminuição de HSI e VSI.

De acordo com a Tabela 5, uma substituição parcial e progressiva da farinha de milho pela farinha da casca de maracujá, resultou em decréscimo nos níveis de triglicérides e LDL plasmáticos. Nos peixes alimentados com dietas com 30% de FCM apresentou valores inferior significativamente de LDL plasmático. Não foram observadas diferenças para o colesterol plasmático, HDL e VLDL entre os tratamentos dietéticos.

A atividade específica de enzimas digestivas no intestino de tilápia são apresentados na Tabela 5. Independentemente da dieta testada, a atividade total lipase, lipase/protease e amilase/lipase não foram diferentes entre os tratamentos. Atividades de protease foram maiores nos peixes alimentados com a dieta FCM30, as atividades de amilase foram menores nos peixes alimentados com a dieta FCM10, comparado as outras dietas. A relação de atividades amilase/protease foram menores nos peixes alimentados com a FCM30.

Não houve efeito significativo da dieta no peixe inteiro para variáveis de composição de umidade, proteína, lípidos e cinzas (Tabela 6). Não houve efeito significativo das dietas sobre a composição de filé para as variáveis umidade, proteína e cinzas, enquanto o teor de lipídios foi diferente nos peixes alimentados com 30% de incorporação da FCM(Tabela 6).

Os resultados de avaliação física do filé de peixe são apresentados na Tabela 7. O pH inicial, o pH final, L^* e b^* , foram influenciados significativamente com FCM. Não houve efeito significativo da dieta para as variáveis a^* e rendimento de filé.

Os perfis de ácidos graxos nos lipídios de peixe inteiro, foram fortemente influenciados pelos tratamentos dietéticos (Tabela 8). Os principais ácidos graxos observados em alta concentração foram de 18 carbonos na sua cadeia principal. Em resumo, n-3 PUFAs e n-6 PUFAs não foram influenciados com substituição de milho pela FCM em todas as análises do peixe inteiro. Na relação de proporções n-3/n-6 não foram influenciados, foram observados aumentos significativos em C18:2n-6-c e C18:1n-9-c com a substituição de milho por FCM. A proporção de $\Sigma n-6/\Sigma n-3$ não variou significativamente entre os grupos experimentais na composição do peixe inteiro.

4. DISCUSSÃO

Durante o processamento do maracujá são obtidos materiais secundários, denominados de subprodutos (produtos com menos importância em relação ao faturamento) e resíduos (produtos sem mercado definido). Entretanto, estudos desenvolvidos ao longo dos anos vêm demonstrando que os produtos secundários podem gerar renda extra para as indústrias (Lousada Junior et al., 2006; Ferrari et al.,2004).

Subprodutos de soja e milho são considerados aprovados para a alimentação de peixes, considerando que seus resíduos quando em contato com a

água podem tornar fonte de vitaminas que fornecem o crescimento de peixes e outros animais aquáticos em menos tempo do que o normais, estabelecido quando alimentados sem estes compostos.

Dietas à base de produtos vegetais estão sendo minuciosamente estudadas, a fim de substituir completamente o milho, o farelo de soja e a farinha de peixe na aquicultura, devido os altos preços (Tacon et al., 2011).

Observando a Tabela 3, nota-se que a digestibilidade nas dietas em relação a dieta controle, é considerada favorável, pois conforme Kubytza (1999) para gerar uma boa energia aos peixes, sendo necessário no mínimo 10% de digestibilidade, sendo que as dietas 10, 20 e 30% de FCM a conquistaram.

Sena et al. (2012), relata que a substituição de até 20% de farinha de algaroba, não influenciou no desempenho do crescimento da tilápia do Nilo. A substituição total de milho sem prejudicar o desempenho, também foi registrado com a utilização de farinha de mandioca (Boscolo et al, 2002) e farinha de manga (Melo et al., 2012) em dietas para tilápia do Nilo.

Subprodutos vegetais agroindustriais tem uma responsabilidade na geração de resíduos. O uso deste ingrediente pode ser uma alternativa sustentável e politicamente correta a ser aplicada para a alimentação animal, reduzindo, assim, custo da produção (FAO 2014).

Considerando a busca contínua de cereais ricos em energia para consumo humano, e o aumento da disponibilidade de subprodutos ricos em fibras, o uso de alimentos fibrosos para a alimentação animal aumentou (Noblet & Le Goff, 2001).

Considerando Kubytza (1999), quando os animais necessitam de energia para equilibrar seu metabolismo para suas atividades diárias, crescimento e reprodução, essa energia vem dos carboidratos, lipídios (gorduras e óleos) e metabolismo de proteínas. Os peixes são mais eficientes no uso de energia em

comparação com aves e mamíferos, uma vez que eles não gastam energia para regular a temperatura corporal.

Considerando que grande parte da energia é utilizada para crescimento, acredita-se que com os resultados, a ração à base da casca de maracujá, é considerada favorável na alimentação de Tilápia, considerando que apresentaram os melhores índices de conversão alimentar dos peixes (0,9 a 1,2).

Kubytza (1999) considera ainda que Tilápias aproveitam bem carboidratos e gorduras como fonte de energia, poupando assim a proteína das rações para o crescimento. Considerando os níveis de ADC, proteínas, lipídios e energia da Tabela 4, observa-se que a alimentação apresenta percentagens fundamentais para maximizar a eficiência alimentar e crescimento em peixes.

O efeito da fibra alimentar sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em peixes, parece associada com a composição dos tipos de carboidratos presente na fibra (Amirkolaie et al 2005; Fabregat et al 2011).

A FCM apresenta valores elevados de fibra bruta e fibra alimentar vantajosos para o aumento do teor de fibra nas dietas testadas e podendo levar ao aumento da função digestiva. De acordo com Gomes et al. (2007), o aumento de fibra na alimentação de animais, tem como objetivo reduzir a percentagem de gordura na carcaça do animal no peso final.

Noblet & Le Goff (2001) descobriram que os animais adultos têm maior capacidade em utilizar alimentos fibrosos, porque eles têm sistema digestivo desenvolvido. No entanto, dietas com alto teor de fibras diminuiram densidade de energia (NRC, 2011).

Van Kempen (2001) encontrou que o aumento de 1% no teor de fibra na dieta levou a uma redução de 1% na digestibilidade de energia. Observando esses números, pode dizer que os resultados da PFPM são considerados positivos na alimentação de tilápia do nilo, uma vez que é rica em fibras e energia.

Jacob (2016) demonstrou que ingredientes de origem vegetal com mais de 5% de proteína, coopera no desenvolvimento de espécies onívoras, notando que os resultados na FCM compreende um nível de proteína em mais de 9%, portanto, é favorável para alimentação da tilápia do Nilo.

Na opinião do Kortz (2015), o aumento de 5% em proteínas na alimentação diária dos peixes, influencia sobre o desempenho reprodutivo, qualidade de pós-larvas e alevinos 'matrizes'. De acordo a Tabela 4, observa-se que este resultado se tornou positivo frente a dieta controle.

Kortz (2015) também observou que as rações com 1,12% de lisina, também são indicados para os peixes, permitindo-lhes crescer em um tempo pré-estabelecido, sem causar danos ao peixe.

De acordo com Kortz (2015) o peixe precisa de um mínimo de 44 nutrientes essenciais, incluindo água, aminoácidos essenciais, energia, ácidos graxos essenciais, vitaminas, minerais e carotenóides. Substâncias que estão incluídos na composição em estudo (Tabela 1 e 2).

Observa-se na Tabela 1, que a composição do ingrediente teste estudado apresenta uma composição benéfica para a tilápia, oferecendo vitaminas, lipídios, proteínas e outras substâncias importantes para seu crescimento (Macedo Fernandes, 2014).

Gomes (2014), em seu estudo, obteve um resultado diferente de Jacob(2016), quando ele observou que o excesso de proteína pode ajudar no processo de crescimento de peixes, especialmente peixes como tilápia e bagres, mas eles não podem ser consumidos em excesso para manter o peso, unicamente para o processo de crescimento.

A alimentação pode compor entre 40-70% do custo de produção, que representa o principal item de custo na piscicultura intensiva de tilápia (Kubitza, 1999). Portanto, uma das maneiras mais eficazes de minimizar este custo é

ajustar a qualidade da alimentação, manejo alimentar nas diferentes fases de produção e o sistema utilizado.

A utilização de casca de maracujá na alimentação de tilápias torna-se relevante devido ao seu nível de digestibilidade, o que garante um melhor potencial de crescimento de peixe (Macedo Fernandes, 2014).

Além disso, Ariki et al. (1996) aponta que o subproduto de maracujá utilizado para a alimentação animal, incluindo peixes, é feito de cascas e sementes, a casca é rica em pectina e minerais e as sementes são fonte de óleo, o que permite a sua utilização na alimentação da tilápia do nilo. Devido os nutrientes presentes em sua composição contribui para o crescimento dos peixes, aumentando o número de ciclos de produção (Macedo Fernandes, 2014).

Macedo Fernandes (2014) também aponta que a casca de maracujá contém vitaminas, proteínas e lipídios necessários para fornecer aos peixes saúde adequada e maior tolerância a doenças e parasitas.

A tilápia do nilo alimentada com a farinha de casca de maracujá sofreu influência positiva, aumentando seu desempenho zootécnico. Assim, sua utilização em dietas para tilápia, reduz os custos de produção.

Na utilização de alimentos alternativos, fatores como preço, composição química, efeito sobre o desempenho zootécnico, deve ser dada especial atenção aos efeitos sobre o produto final.

Segundo Rocco (1993), as cascas do maracujá são ricas em pectina e mucilagens, fibras do tipo solúvel que apresentam propriedades benéficas à lipoproteínas. Da mesma forma, Ramos et al. (2007), observou que a utilização da farinha de casca de maracujá é rica em pectina, esta quando utilizada na alimentação humana, pode reduzir o teor de colesterol total e colesterol LDL do sangue de pacientes, além de fornecer minerais e vitaminas (Santana et al. 2011).

A dieta com casca de maracujá não influenciou ($P > 0,05$) na qualidade do peixe inteiro no juvenil de tilápia do Nilo (Tabela 4), resultados semelhantes foram relatados em outros estudos com ingredientes alternativos ao milho em rações para peixes (Belal, 1999; Seine et al, 2012).

Alterações na composição do peixe inteiro, estão relacionadas com as variações na concentração de nutrientes das dietas (NRC, 2011). Assim, esse resultado indica a não variação na composição química das dietas experimentais, em particular na concentração de energia, proteína e lipídio. No presente estudo, o conteúdo proteico e rendimento de filé revela que considera-se adequado utilizar a casca de maracujá na alimentação de juvenis de tilápia do nilo (Gomes 2014).

Alimento adequado para Tilápia do Nilo de acordo com Storz (2015) é aqueles com proteína bruta inferior a 20% e mais de 0,5 lipídios.

Para o autor composições como estas são mostradas como um máximo de 5% para o crescimento dos pescados, de 4% para os peixes, como tilápia e bagre, e de 10 a 15% para os peixes marinhos em fase de criação (STHORIZ, 2015).

De acordo com Jacob (2016) o ácido graxo faz parte de uma grande estrutura lipídica, que apresenta normalmente mesmo número de átomos de carbono não ramificadas, com exceção dos ácidos graxos bacterianos, tais como as bactérias ruminais que são complexas e ramificadas. Ao analisar a Tabela 6, e considerando que as plantas terrestres e marinhas podem sintetizar os ácidos graxos a partir de precursores mais simples e peixes, dentre esses tilápia, podem alongar e dessaturar esses ácidos graxos, transformando-as em ácidos graxos poliinsaturados (AGPI - Simopoulos, 1991).

Para Barros (2001), os ácidos graxos podem ser prejudiciais para os peixes, a menos que estejam presentes na composição alimentar. O autor

ressalta que a quantidade mínima de ácidos graxos na dieta de peixes é de 0,04%, acima pode dificultar o desenvolvimento desses animais.

Salienta-se que a energia digestível da alimentação depende da combinação de ingredientes, a capacidade digestiva dos peixes, grau de moagem, tipo de processamento (peletização, extrusão a seco, extrusão úmida), grau de gelatinização do amido e a destruição dos fatores anti-nutricionais presente nos alimentos (KUBYTZA, 1999). No entanto, a composição da farinha da casca de maracujá apresentou ser um bom ingrediente, possuindo boa expansão do amido, além de não conter fatores antinutricionais em concentrações prejudiciais à tilápia.

5. CONCLUSÃO

O resultado desse estudo indica que a farinha de casca de maracujá é um ingrediente promissor, e que a substituição de 30% do milho pela mesma não compromete o desempenho de crescimento, digestibilidade e qualidade da carne e sua utilização como alimento pode ser benéfico para juvenis de tilápia do Nilo.

Portanto, a FCM, tem potencial para ser incluída nas dietas para juvenis, mas uma melhor caracterização do produto é necessária, a fim de melhorar a sua utilização na estratégia de alimentação. O próximo passo da pesquisa será avaliar o desempenho de um nível de inclusão da FCM mais elevada (entre o nível de substituição do milho 30 e 50%). Além disso, o efeito da inclusão dietética da FCM para peixes em geral devem ser investigadas, tendo em conta a saúde intestinal dos peixes, bem-estar e estado imunológico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem Departamento de Zootecnia/UFLA pela assistência durante o estudo, Patense, fornecendo ingredientes alimentares e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de doutorado. Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig).

REFERENCIAS

- Albuquerque, W. F.; Zapata, J.F.F.; Almeida, R. S. (2004) Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. Revista Ciência Agronômica, 35, 264-271.
- Amirkolaie, A. K.; Leenhouders, J. I.; Verreth, J. A. J.; Schrama, J. W. (2005) Type of dietary fibre (soluble versus insoluble) influences digestion, faeces characteristics and faecal waste production in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Aquaculture Research, v.36, n.12, p.1157-1166.
- Ariki, J.; Toledo, P. R.; Ruggiero, C.; et al. (1996) Aproveitamento de cascas desidratadas e sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Deg.) na alimentação de frangos de corte. Científica, 3, 340-343.
- Balasundram N, Sundram K, Samman S. (2006) Phenolic compounds in plants agriindustrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. Food Chem.; 99: 191-203.
- Belal, I. E. H. (1999) Replacing dietary corn with barley seeds in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feed. Aquaculture Research, 30,265-269.
- Bito M., Yamada K.; Mikumo Y.; Amano K. (1983) Studies on rigor mortis of fish – I. Difference in the model of rigor mortis among some varieties of fish by modified Cutting's method. Bull. Tokai Reg. Fish Res. Lab.,109, 89-96.

- Boscolo, W. R.; Hayashi, C.; Meurer, F. (2002) Farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta*) na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.2, p.546-551.
- Bradford, M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein using the principle of protein dye-binding. Anal. Biochem., 72, 248–254.
- Bureau, D.P., Harris, A.M., Cho, C.Y., (1999) Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 180, 345–358.
- Cho, C.Y., Slinger, S.J., Bayley, H.S., (1982) Bioenergetics of salmonid fishes: energy intake, expenditure and productivity. Comp. Biochem. Physiol. 73B, 25-41.
- Fabregat, T. E. H. P.; Rodrigues, L. A.; Nascimento, T. M. T.; Urbinati, E. C.; Sakomura, N. K.; Fernandes, J. B. K. (2011) Fontes de fibra na alimentação do pacu: desempenho, composição corporal e morfometria intestinal. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.63, n.6, p.1533-1540.
- Federici F, Fava F, Kalogerakis K, Mantzavinos D. (2009) Valorisation of agro-industrial by-products, effluents and wastes: concept, opportunities and the case of olive oil sector. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 84:895–900.
- Ferreira, M. F. P.; Pena, R. S. (2010) Estudo da secagem da casca do maracujá. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, 12,15-28.
- Fiske, C.A., Subbarow, I., (1925) The colorimetric determination of phosphorus. J. Bio. Chem. 66, 375-400.
- Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G.H.S., (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. J. Biol. Chem. 226, 497-509.

Furukawa, A., Tsukahara, H., (1966) On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed. *Nippon Suisan Gakk* 32, 502-506.

Gomes J.D.F.; Putrino, S.M.; Grossklaus, C. et al. (2007) Efeito do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: Suínos em crescimento e terminação. *Semina: Ciências Agrárias*, 28, 483- 492.

Gomes, J. D. F. Putrino, S.M; Grossklaus, C.et al.(2014) Resíduos marinhos e alimentação de Peixes entre outras dietas para animais. *Semina: Ciências Agrárias*, 55, 567-578.

Hidalgo, M.C., Urea, E., Sanz, A., (1999) Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. *Aquaculture* 170, 267-283.

INE, I. P. (2014). *Estatísticas agrícolas 2013*. Lisboa-Portugal.

Jacob, Ayrthon. (2016) Resíduos para alimentação de animais marinhos. *Animal Feed Science and Technology*, 46, 22-35.

Jones AC, Mead A, Kaiser MJ et al (2014) Prioritization of knowledge needs for sustainable aquaculture: a national and global perspective. *Fish Fish*. doi:10.1111/faf.12086.

Kroghdahl, Å., Bakke, A.M., (2005) Fasting and refeeding cause rapid changes in intestinal tissue mass and digestive enzyme capacities of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology*. 141(A), 450 – 460.

Kubtza, Fernando. (1999) *Nutrição e Alimentação de Tilápias*. Panorama da Aqüicultura.

Llames, C.R.; Fontaine, J.(1994) Determination of Amino Acids in Feeds: Collaborative Study, *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists*, Washington, 77, 1362-1402.

- Macedo F. R.(2014) Alimentando Tilápias. *Animal Feed Science and Technology*, 32, 22-28
- Maia, E. L.; Ogawa, M. Cor. (1999) In: Manual de pesca (Ciência e tecnologia do pescado). Ed. São Paulo: Livraria Varela, 5, 75-85.
- Melo, J. F. B.; Seabra, A. G. L.; Souza, S. A.; Souza, R. C.; Figueiredo, R. A. C. R (2012) Substituição do farelo de milho pela farinha de manga no desempenho da tilápia-do-Nilo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.64, n.1, p.177-182.
- Morken, T., Kraugerud O.F., Barrows, F.T., Sørensen M., Storebakken, T., Øverland, M. (2011) Sodium diformate and extrusion temperature affect nutrient digestibility and physical quality of diets with fish meal and barley protein concentrate for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) *Aquaculture* 317, 138–145.
- Ng, W.K. and Chong, K.K. (2002) The nutritive value of palm kernel meal and the effect of enzyme supplementation in practical diets for red hybrid tilapia (*Oreochromis* sp.). *Asian Fisheries Sci.* 15: 167-176.
- Noblet, J.; Le Goff, G. (2001) Effect of dietary fiber on the energy value of feeds for pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 90, 35-52.
- NRC (National Research Council) (2011). *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*, pp. 233-243. 425 The National Academies Press, Washington, D.C.
- Peres, H., Oliva-Teles, A., (2009) The optimum dietary essential amino acid profile for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. *Aquaculture* 296, 81-86.
- Pessoa M.S., Nascimento J. C. S. A., A.L. H., Silva K.L., Soares A.C.M., A.C.S. Camargo, Faria Filho D.E. (2013). "Performance of Nile tilapia fed with bran made of pequi peel." *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 64, 547-552.
- Pintado, M. E e Teixeira, J. A. (2015). Valorização de subprodutos da indústria alimentar: obtenção de ingredientes de valor acrescentado. *Boletim de Biotecnologia*, 6, pp. 10-12.

- Sena, M. F., Azevedo R. V de., Ramos, A. P. de S., Carvalho, J. S. O., Costa, L. B., Braga, L. G. T., (2012) Mesquite bean and cassava leaf in diets for Nile tilapia in growth. *Acta Scientiarum. Maringá*, v. 34, n. 3, p. 231-237.
- Sena, M. F.; Azevedo, R. V.; Ramos, A. P. D. S.; Carvalho, J. S.O.; Costa, L. B.; Braga, L. G. T. (2012) Mesquite bean and cassava leaf in diets for Nile tilapia in growth. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.34, n.3, p.231-237.
- Silva, F. V.; Sarmiento, N. L. A. F.; Vieira, J. S.; Tessitore, A. J. A.; Oliveira. L. L. S.; Saraiva E P. (2009) Características morfológicas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em Tilápias-do-nilo em diferentes faixas de massa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38,1407-1412.
- Silva, T. R. M. , Azevedo, K. S. P., Araújo, T. A. T., Santos, M. C., Bicudo, Á. J. A. (2015). "Substituição do milho pelo farelo de algaroba (*Prosopis juliflora*) em dietas para juvenis de tilápia do Nilo cultivados em baixa temperatura. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 10, 460-465.
- Souza, L. R. M.; Maranhão, T. C. F. (2001) Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função da massa corporal. *Acta Scientiarum*, 23, 897-901.
- Sthorz, E. (2015) Alimentos usados na fabricação de ração para alimentação de Peixes. *Panorama da Aqüicultura*.
- Tacon, A.G.J., Hasan, M.R., Metian, M., 2011. Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans: trends and prospects. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 564* (87 pp.).
- Tengjaroenkul B., Smith B. J, Caceci T., Smith S. A (2000) Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. Original Research Article *Aquaculture*, 182, 317-327.
- Thongprajukaew, K., Rodjaroen, S., Yoonram, K., Sornthong, P., Hutcha, N., Tantikitti, C. and Kovitvadi, U. (2015) Effects of dietary modified palm kernel meal on growth, feed utilization, radial scavenging activity, carcass composition

and muscle quality in sex reversed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture 439: 45-52.

Van Kempen T. (2001) Is fiber good for the pig. Swine News. North Carolina Cooperative Extension Service, August, 24, 7.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 174, 3583-3597.

Walter, H.E., (1984) Proteinases: methods with hemoglobin, casein and azocoll as substrates. In: Bergmeyer, H.J. (Ed.), Methods of Enzymatic Analysis, vol. V. Verlag Chemie, Weinham, pp. 270–277.

Wang, Y., Kong, L.J., Li, K. and Bureau, D.P. (2007) Effects of feeding frequency and ration level on growth, feed utilization and nitrogen waste output of cuneate drum (*Nibeia miichthioides*) reared in net pens. Aquaculture, 271, 350–356.

Yasmin, L.; Kamal, M.; Ahmed, S. A. K.; Azimuddin, K. M.; Khan, M. N. A.; Islam, M. N. (2001) Studies on the Post-mortem Changes in Genetically Improved Farmed Tilapia (*Oreochromis niloticus*) During Ice Storage. Pakistan Journal of Biological Sciences, 4,1144-1146.

Legendas das Tabelas

Tabela 1. Composição (% de matéria seca) de farinha de casca de maracujá (FCM).

Tabela 2. Formulações de dietas referência e experimentais para determinação dos coeficientes de digestibilidade em juvenis de tilápia do nilo (n = 3) e composição centesimal (% de matéria seca) das dietas experimentais.

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade aparente de Tilápia do nilo alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de farinha de casca de maracujá em substituição ao milho.

Tabela 4. Valores médios de desempenho de Tilápia do nilo recebendo dietas contendo diferentes quantidades de farinha de casca de maracujá em substituição ao milho.

Tabela 5. Perfil lipídico plasmático aparente e atividades específicas de protease, lipase e amilase (mU mg de proteína⁻¹) em seções do intestino médio de tilápia do nilo alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de farinha de casca de maracujá em substituição ao milho.

Tabela 6. Composição química do peixe inteiro de Tilápia do nilo alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de farinha de casca de maracujá em substituição ao milho.

Tabela 7. Composição centesimal, pH, cor e rendimento do filé de juvenis Tilápia do nilo alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de farinha de casca de maracujá em substituição ao milho.

Tabela 8. Composição de ácidos graxos (expresso em percentagem dos ácidos graxos totais) de Tilápia do nilo no peixe inteiro alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de farinha de casca de maracujá em substituição ao milho.

Tabela 1. Composição (% de matéria seca) de farinha de casca de maracujá (FCM).

Ingrediente	PFFPM1
Materia seca (%)	9.40±0.36
Proteína(%)	9.72±0.17
Lipídios(%)	0.39±0.01
Cinzas(%)	0.64±0.04
Fibra Bruta(%)	21.68±1.90
Fibra detergente ácido	—
Fibra detergente neutro	—
Fibra alimentar total	62.12±0.46
Amido (%)	8.91±0.15
Fosforo (%)	0.10±0.01
Ferro (ppm)	62.40±0.01
Potassio (%)	2.00±0.01
Energia (kJ g-1)	12.84±0.85
Acidos graxos	—
Palmitico (%)	12.31±0.43
Oleico (%)	18.27±0.26
Linoleico (%)	65.40±0.10
Linolenico (%)	0.60±0.01
Estearico (%)	3.74±0.25
Saturado (%)	14.10±0.61
Insaturado (%)	85.90±2.51

¹State central horticultural products Food Supply, Contagem, MG, Brazil.

Tabela 2. Formulações de dietas referência e experimentais para determinação dos coeficientes de digestibilidade em juvenis de Tilápia do nilo (n = 3) e composição centesimal (% de matéria seca) das dietas experimentais.

Dietas	Subprodutos			
	Controle	FCM1	FCM2	FCM3
Ingredientes				
Farinha de soja	272.15	272.15	272.15	272.15
Farinha de Milho	181.50	163.31	154.24	127.02
Farinha de peixe ¹	33.34	33.34	33.34	33.34
Farinha de Carne e osso ²	47.87	47.87	47.87	47.87
Farinha de visceras ³	150.00	150.00	150.00	150.00
Óleo de soja	1.82	1.82	1.82	1.82
Quirera de arroz	300.00	300.00	300.00	300.00
Calcáreo calcítico	1.07	1.07	1.07	1.07
Fosfato bicálcico	2.49	2.49	2.49	2.49
Premix Vitaminico*	2.00	2.00	2.00	2.00
Premix Mineral**	2.00	2.00	2.00	2.00
Sal	5.00	5.00	5.00	5.00
Antioxidante (BHT)	0.30	0.30	0.30	0.30
Antifungico	0.50	0.50	0.50	0.50
Far. casca de maracujá	-----	18.15	27.22	54.44
	<i>Composição aproximada</i>			
Materia Seca	92.48	93.02	92.07	91.92
Proteína	31.49	32.00	31.46	31.70
Lípidios	3.27	3.46	3.63	3.58
Cinzas	7.39	6.92	7.17	5,75
Oxidos de Cromo	0.80	0.80	0.90	0.90
Fosforo	1.10	1.10	1.30	1.20
Energia(kJ.g ⁻¹)	13.61	13.82	13.61	13.74
	<i>Aminoácidos Essencial</i>			
Isoleucina	3.0	3.2	4.2	4.6
Leucina	5.4	3.0	3.3	2.9
Lisina	1.0	1.2	1.4	1.9
Metionina	1.3	1.3	2.8	3.0
Fenilalanina	3.4	3.8	3.4	3.6
Treonina	2.2	2.3	2.3	3.6
Triptofano	Ns	Ns	Ns	Ns
Valina	3.6	3.2	3.4	3.1
Arginina	2.6	2.5	2.2	2.7
Histidina	9.7	8.6	8.6	8.7
	<i>Aminoácidos Não-Essencial</i>			

Alanina	6.6	5.9	6.6	5.3
Aspartato	1.2	1.4	1.3	1.4
Cisteína	11.9	10.6	11.3	9.5
Ácido glutâmico	2.1	1.8	1.8	2.3
Glicina	4.1	3.7	2.7	2.2
Prolina	1.2	1.1	1.7	1.7
Serina	2.2	1.9	2.3	2.6
Tirosina	1.1	1.0	0.9	1.3
Taurina	2.5	2.7	4.1	4.4
MET+CYS (%)	5.6	5.8	5.7	6.2
PHE+TYR (%)	6.6	5.9	6.6	5.3

¹Farol Ind LT fish meal, Concórdia – SC, Brazil (CP:620.0g kg-1 DM; CF: 99.0g kg-1 DM).

²Patense Ind LT, Itaúna - MG – Brazil (CP:400.0g kg-1 DM; CF: 99.0g kg-1 DM).

³Patense Ind LT, Itaúna - MG – Brazil (CP:600.0g kg-1 DM; CF: 99.0g kg-1 DM)

*Vitamin mix mineral mixture (g per kg diet) Thiamine, 20 mg; Riboflavin, 20 mg; Pyridoxine, 10 mg; Nicotinic acid, 100 mg; Calcium Pantothenate, 50 mg; Biotin, 1 mg; folacin, 5 mg; Inositol, 500 mg; Vitamin E, 50 mg; Vitamin A, 2 mg; Vitamin B12, 0.02 mg; Vitamin K3, 10 mg; Vitamin D3, 0.05 mg; Agromix Animal Nutrition, São Paulo, Brazil.

**Mineral mixture (g per kg diet) ZnSO₄•7H₂O, 525.5 mg; MnSO₄•H₂O, 49.2 mg; KI, 5.23 mg; FeSO₄•7H₂O, 238.8 mg; MgSO₄•7H₂O, 4.62 g; CuSO₄•5H₂O, 11.8 mg; CoCl•6H₂O, 0.2 mg; Na₂SeO₄, 0.66 mg; KCl, 600 mg; NaCl, 107.1 mg; Agromix Animal Nutrition, São Paulo, Brazil,

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade aparente de dietas contendo farinha de casca de maracujá em substituição ao milho para Tilápia do nilo.

Coeficientes de digestibilidade aparente (%)	Controle	FCM1*	FCM2*	FCM3*
Materia seca	95.87±1.02	97.57±2.91	99.01±0.63	94.49±2.68
Proteína	95.92±4.61	95.75±0.93	93.72±1.72	93.35±1.44
Lípidios	92.81±0.28	96.18±3.40	92.33±1.81	90.97±1.21
Energia	94.60±4.61	93.07±2.07	92.77±2.18	92.14±2.78

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test.

In the same line, different uppercase letters indicate significant differences between dietary treatments (P<0.05).

Controle sem farinha da casca do maracujá, FCM1= 10% de farinha de cascas de maracujá, FCM2= 15% de farinha de cascas de maracujá e FCM3= 30% de farinha da casca de maracujá.

Tabela 4. Valores médios de desempenho de Tilápia do Nilo recebendo dietas contendo diferentes quantidades de farinha de casca de maracujá em substituição ao milho.

Variables ¹	Subprodutos			
	Controle	FCM1	FCM2	FCM3
Peso inicial	55.8±0.4 ^{ns}	57.1±0.5 ^{ns}	56.7±0.8 ^{ns}	57.05±0.9 ^{ns}
Peso final	168.3±1.3 ^C	163.7±0.6 ^D	177.0±0.4 ^B	181.62±0.7 ^A
Ganho de peso	1124.8±7.6 ^C	1065.9±6.1 ^D	1203.1±4.1 ^B	1245.60±7.0 ^A
ganho de peso diário (g)	19.3±0.07 ^C	18.5±0.1 ^D	19.7±0.01 ^B	20.07±0.1 ^A
Conversão alimentar	1.0±0.03 ^D	1.1±0.1 ^C	1.2±0.01 ^B	1.22±0.1 ^A
Sobrevivência	100.00 ^{ns}	100.00 ^{ns}	100.00 ^{ns}	100.00 ^{ns}
HSI(%) ²	2.6±0.37 ^A	2.6±0.4 ^A	2.4±0.3 ^B	2.25±0.7 ^C
VSI (%) ³	14.9±1.84 ^B	16.1±1.1 ^A	15.0±1.7 ^B	13.51±2.2 ^C

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test.

²HSI = Índice hepatossomático. ³VSI = Índice viserosomáticos.

Tabela 5. Perfil lipídico plasmático aparente e atividades específicas de protease, lipase e amilase (mU mg de proteína-1) em seções do intestino médio de tilápia do nilo alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de farinha de casca de maracujá em substituição ao milho.

Variáveis ¹	Controle	FCM1	FCM2	FCM3
<i>Análises de Sangue (mg.dL1)</i>				
Colesterol	151.00±2.5 ^{ns}	131.00±1.8 ^{ns}	141.22±1.4 ^{ns}	174.50±3.1 ^{ns}
Triglicerídeos	79.67±6.1 ^C	52.33±4.2 ^C	260.11±3.2 ^B	402.50±18.9 ^A
HDL	26.50±2.3 ^{ns}	38.00±2.8 ^{ns}	29.44±1.9 ^{ns}	29.11±2.2 ^{ns}
LDL	105.89±12.5 ^A	82.44±9.6 ^B	56.89±8.5 ^B	32.00±5.1 ^C
VLDL	16.00±1.1 ^{ns}	10.56±3.9 ^{ns}	16.00±1.5 ^{ns}	12.00±4.3 ^{ns}
<i>Atividade das enzimas digestivas</i>				
Protease	20.35±1.1 ^B	15.65±4.2 ^C	15.77±2.7 ^C	32.47±2.2 ^A
Lipase	0.85±0.5 ^{ns}	0.82±0.1 ^{ns}	0.71±0.3 ^{ns}	0.66±0.2 ^{ns}
Amylase	562.62±0.3 ^A	444.43±0.5 ^B	530.28±0.2 ^A	546.22±0.4 ^A
A/P	26.88±1.7 ^{AB}	31.60±15.0 ^A	34.52±6.6 ^A	17.43±2.2 ^B
L/P	0.04±0.1 ^{ns}	0.05±0.1 ^{ns}	0.04±0.1 ^{ns}	0.02±0.1 ^{ns}
A/L	860.27±50.3	544.09±53.7	873.22±36.4	911.71±23.2

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test. In the same line, different uppercase letters indicate significant differences between dietary treatments (P<0.05).

Tabela 6. Composição química do peixe inteiro de tilápia do nilo alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de farinha de casca de maracujá em substituição ao milho.

Variáveis ¹	Controle	FCM1	FCM2	FCM3
<i>Peixe inteiro %</i>				
Materia seca	72.49±0.92	72.43±1.81	70.77±0.36	71.01±1.09
Proteína	13.55±0.93	14.94±1.40	14.00±1.54	14.25±0.77
Lípidios	7.64±0.78	6.65±0.46	7.34±0.84	7.30±0.87
Cinzas	3.68±0.24	4.64±1.30	4.59±0,40	4.21±1.49

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test.

Tabela 7. Composição centesimal, pH, cor e rendimento do filé de juvenis Tilápia do nilo alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de farinha de casca de maracujá em substituição ao milho.

Variáveis ¹	Controle	FCM1	FCM2	FCM3
Materia seca	79.92±2.15 ^{ns}	79.67±2,24 ^{ns}	79.98±1.28 ^{ns}	80.30±0.55 ^{ns}
Proteína	16.63±1.77 ^{ns}	16.46±1.79 ^{ns}	15.92±0.94 ^{ns}	15.14±2.28 ^{ns}
Lípidios	0.79±0.36 ^B	0.80±0.31 ^B	0.74±0.28 ^B	1.39±0.23 ^A
Cinzas	0.68±0.21	0.70±0.22 ^{ns}	0.63±0.09 ^{ns}	0.56±0.19 ^{ns}
pH _{initial}	6.69±0.11 ^A	6.37±0.26 ^B	6.81±0.05 ^A	6.32±0.10 ^B
pH _{final}	5.93±0.16 ^B	5.96±0.22 ^{AB}	6.21±0.14 ^{AB}	6.22±0.10 ^A
L*	54.18±1.71 ^B	56.19±1.29 ^{AB}	59.26±3.96 ^A	57.28±1.45 ^{AB}
a*	3.06±1.11 ^{ns}	2.93±1.42 ^{ns}	2.84±1.31 ^{ns}	2.25±0.42 ^{ns}
b*	13.10±1.51 ^A	13.75±1.76 ^A	14.54±1.39 ^A	9.90±2,43 ^B
Rendimento	32.85±1.67 ^{ns}	31.73±2.8 ^{ns}	31.69±3.31 ^{ns}	32.50±3,20 ^{ns}

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test.

Tabela 8. Composição de ácidos graxos (expresso em percentagem dos ácidos graxos totais) de Tilápia do nilo no peixe inteiro alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de farinha de casca de maracujá em substituição ao milho.

Acido graxos ¹	Controle	FCM1	FCM2	FCM3	SEM
C6:0	0,2 ^B	1,37 ^A	0,48 ^B	0,44 ^B	0,14
C14:0	4,66 ^B	2,24 ^A	2,49 ^A	2,61 ^A	0,33
C16:0	21,11 ^C	27,38 ^A	24,65 ^B	22,11 ^B	0,60
C16:1n-7	5,28 ^{ns}	5,26 ^{ns}	5,44 ^{ns}	5,64 ^{ns}	0,10
C18:0	6,54 ^B	7,03 ^A	6,61 ^B	5,95 ^C	0,14
C18:1n-9t	0,45 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,02
C18:1n-9c	36,75 ^A	36,45 ^A	38,88 ^B	38,03 ^B	0,33
C18:2n-6t	0,40 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,02
C18:2n-6c	11,29 ^C	11,64 ^B	12,4 ^A	12,24 ^B	0,17
C20:0	0,54 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,03
C20:1	1,79 ^{ns}	1,51 ^{ns}	1,70 ^{ns}	1,58 ^{ns}	0,06
C18:3n-3	0,66 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,02
C20:2	0,31 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,08
C22:0	0,42 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,02
C20:3n-6	0,63 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,01
C20:4n-6	0,82 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,02
C20:5n-3	0,57 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,05
C22:6n-3	0,56 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,03
Σn-6	13,14 ^{ns}	13,52 ^{ns}	14,22 ^{ns}	13,99 ^{ns}	0,06
Σn-3	1,22 ^{ns}	1,35 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,30 ^{ns}	0,03
Σn-6/Σn-3	10,74 ^{ns}	10,02 ^{ns}	11,75 ^{ns}	10,73 ^{ns}	0,45
EPA ²	0,56 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,03
PUFA ³	14,36	14,87	15,43	15,29	0,05

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test.

In the same line, different uppercase letters indicate significant differences between dietary treatments (P<0.05).

²EPA eicosapentaenoic acid (20:5n-3), DHA docosahexaenoic acid (22:6n-3)

³PUFA polyunsaturated fatty acids

**ARTIGO 2 FARINHA DA TORTA DE OLIVA NA ALIMENTAÇÃO DE
TILAPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) EM SUBSTITUIÇÃO AO
FARELO DE SOJA: DIGESTIBILIDADE, DESEMPENHO, ATIVIDADE
ENZIMÁTICA, PARÂMETROS SANGUÍNEOS E CARACTERÍSTICAS DA
CARCAÇA E DO FILÉ**

Renato Silva Leal^{a*}, Raquel Tatiane Pereira^b, Rafael HamaKawa Viana^c,
Guilherme Cleto de Carvalho^a, Carlos José Pimenta^a, Helena Peres^{d*}

^a*Department of Food Science, Campus Lavras, Federal University of Lavras (UFLA),
37200-000-Minas Gerais, Brazil.*

^b*Department of Animal Science, Campus Lavras, Federal University of Lavras (UFLA),
37200-000-Minas Gerais, Brazil.*

^c*Department of Animal Science and Veterinary Medicine, Federal University of Viçosa
(UFV), 36570-900-Minas Gerais, Brazil.*

^d*Interdisciplinary Centre for Marine and Environmental Research (CIIMAR/CIMAR),
University of Porto, 4050-123-Porto, Portugal.*

Versão redigida de acordo com as normas da revista Aquaculture

* Corresponding authors: E-mail address: renato.quimicaufla@hotmail.com (R. S. Leal);
pereshelena@ciimar.up.pt (M. H. T. R M. Peres).

RESUMO

O processo de extração do azeite origina uma quantidade de subprodutos sólidos: torta de azeitona, um subproduto rico em compostos orgânicos, ácidos graxos, minerais (cálcio e potássio), carboidratos hidrossolúveis e proteínas de alto valor biológico. Portanto, dois ensaios foram conduzidos, sendo um de digestibilidade e um de crescimento, para avaliar os coeficientes de digestibilidade aparente (ADCs) dos nutrientes e seus efeitos sobre o desenvolvimento dos peixes, qualidade de carcarça, file e atividade das enzimas digestivas em juvenis de tilápias do nilo. Digestibilidade farinha de torta de azeitona (FTA) foi determinada com base na substituição de 10, 15 e 30% de uma dieta de referência (32% de Proteína, 3.5% lipídios). ADCs de proteína (92-97%) e lipídios (92-98%) apresentaram diferenças entre as dietas. As variáveis de crescimento apresentaram um aumento com o aumento nos níveis de inclusão de FTA. A atividade das enzimas digesta protease e amilase não apresentaram diferenças significativas, já a lipase aumentou significativamente com inclusão de FTA. A qualidade química da carcarça e filé não apresentaram diferenças significativas, com o aumento de FTA. O rendimento de file apresentaram uma redução significativa ao incluir FTA na dieta. Globalmente, conclui-se que FTA é bem digerida e parece ter grande potencial para inclusão em dietas de juvenis de tilápia do nilo.

Palavras-chave: Alimentos vegetais, azeitona, digestibilidade, enzimas digestivas, aminoácido.

1. INTRODUÇÃO

É bem sabido que a aquicultura é o setor de produção de alimentos mais crescente no mundo, produzindo uma variedade de produtos, reduzindo assim a pressão sobre a indústria da pesca de captura que tem estado em um platô por muitas décadas. Espécies de água doce, como a carpa, catfish, panga e tilápia, serão os responsáveis pela maior parte do aumento produção aquícola e representam cerca de 60% da produção aquícola total, em 2025 (FAO, 2016).

Para atender à crescente demanda mundial por fontes de proteína, uma das espécies mais significativas de peixe a preencher esta demanda seja a tilápia do Nilo (Eknath & Hulata 2009).

Um dos principais desafios da indústria da pesca é encontrar recursos alternativos de alimentação que seja econômico, sustentável, e nutricional, minimizando efeitos secundários indesejáveis, tais como o crescimento mais lento, deficiência alimentar, ou prejudicando a saúde do intestino (FAO, 2014). Um progresso considerável foi feito neste contexto na formulação e na fabricação de rações destinados as espécies onívoras, como o catfish e tilápia do nilo (FAO, 2014).

Contudo, a produção de onívoros são dependentes de dietas ricas em proteína e energia, fornecido principalmente por farinha de soja. Fontes de energia à base de subprodutos de origem vegetal já estão a ser utilizados como ingredientes alternativos a soja na alimentação de espécie onívoras (Plaipetch & Yakupitiyage 2014).

No entanto, a dieta proteica de origem vegetal normalmente pode causar a redução do consumo e da eficiência alimentar e pode causar problemas intestinais, tradicionalmente associados com anti-nutricional na planta (Balasundram et al. 2006). O aumento da produção de peixe na aquicultura intensiva tem um grande desafio de produzir pescado com alta qualidade e

minimizar todas as barreiras econômicas, atribuídos às flutuações do setor agrícola e, portanto, um longo caminho para manter esta produção de crescimento e utilização de alimentos alternativa sustentável (FAO, 2014).

Assim, a torta de oliva, um dos subprodutos da agroindústria têm um potencial atraente como fonte de energia (Cremades et al. 2003;. Shahidi e Synowiecki. 1991). De acordo com os dados da International Olive Council (IOC), a produção de azeite atingiu 3.225 milhões de tonelada em 2015. A torta de azeitona é o subproduto que permanece após sua extração. Segundo Nasopoulou & Zabetakis 2013, 100kg de oliva gera em média 20 kg de azeite e 35kgde torta de oliva que é constituída de casca, polpa e óleo. Os ingredientes principais da torta de oliva são polissacarídeos, proteínas, ácidos graxos como o ácido oleico e outros ácidos graxos C2-C7, poliálcoois, polifenóis e outros pigmentos (Karantinos et al. 2008).

Na semente da azeitona, o teor de proteínas é mais elevada do que no resto do fruto, todos os aminoácidos essenciais estão presentes (Rodríguez, Lama, Rodríguez, Jiménez, Guillén, & Fernández-Bolaños, 2008). Proteínas de sementes de oliva pode ter um papel funcional como bioativo com propriedades vantajosas para a saúde humana e animal (Esteve, Marina, e García, 2015).

Portanto, é de grande valia utilizar esse subproduto agroindustrial na alimentação das tilápias do nilo. Esse subproduto apresenta uma composição nutricional de qualidade e baixo custo, levando a uma redução no custo de produção das dietas tornando-o mais competitivo na indústria de alimentos em relação aos outros peixes. (Jones et al. 2014).

Sendo assim, está pesquisa foi realizada para avaliar a digestibilidade, crescimento, a qualidade da carne, as enzimas digestivas e os parâmetros sanguíneos de juvenís de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos a dietas contendo diferentes quantidades de farinha da torta de oliva (FTA) em substituição ao farelo de soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Dietas Experimentais

Uma dieta de referência (controle) foi formulada para conter 31,49 g/100g de proteína, 3,27 g/100g de lipídios. Farelo de soja e o milho foram usados como fontes de proteína e energia nessa dieta, o amido gelatinizado de quirera de arroz como fonte de carboidratos. Três outras dietas foram formuladas numa mistura de 10, 15 e 30% de farinha da torta de oliva (FTA) do em substituição ao milho. Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentados a composição química da farinha da torta de oliva (FTA) e a das dietas experimentais respectivamente.

Em resumo, foram elaboradas 4 dietas: controle sem farinha da torta de oliva, FTA1= 10% de farinha da torta de oliva, FTA2= 15% de farinha da torta de oliva e FTA3= 30% de farinha da torta de oliva.

As etapas de elaboração, produção e extrusão das dietas foram realizadas na Fábrica de Rações do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. O equipamento utilizado consistiu de um moinho de facas (Inbramaq®, São Paulo, Brasil) e um misturador em forma de Y, com capacidade de 40 quilos. A extrusão das dietas foi realizada em uma extrusora Extrucenter, modelo MAB 400S com rosca sem fim, injeção de vapor e alta pressão no condicionador, atingindo uma temperatura média de 120 °C, necessária para garantir a extrusão. Cada dieta recebeu a temperatura e pressão específica necessárias para assegurar o mesmo grau de gelificação do amido e a sua extrusão. A temperatura média dos pellets na saída do extrusor foi de 75.0°C, conforme estabelecido por Morken et al. (2011).

A peletização foi realizada em um granulador Calibras, com a adição de vapor e de água e uma capacidade de processamento de 300 a 500 kg.hora-1. As dietas foram sedimentadas na esteira rolante Extrucenter de ar seco e

armazenada a -20°C , até à sua utilização. Além disso, uma parte da dieta foi suplementada com 1,0% óxido crômico (Cr_2O_3) como marcador de fecal inerte, para determinar a digestibilidade do subproduto.

2.2 Fase Pré-experimental

Os alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foram produzidos pela Piscicultura Igarapé Co., Belo Horizonte, Brasil e cultivadas, até atingirem a fase de juvenil, em hapas montadas em um tanque de alvenaria, por um período de duas semanas para adaptação à dieta controle e crescimento.

2.3. Ensaio de digestibilidade

O ensaio de digestibilidade foi realizado no Laboratório de Nutrição de Peixes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Brasil. O protocolo de manejo foi realizado por cientistas treinados (seguindo recomendações FELASA categoria C), de acordo com a Diretiva da União Europeia (2010/63/UE) relativo à proteção dos animais para fins científicos.

A pesquisa foi conduzida em um sistema experimental com recirculação de água termo-regulado, equipado com 12 tanques de fibra de vidro com capacidade de 200 litros, cada um com uma coluna de decantação de fezes ligado à saída, projetado de acordo com Cho et al. (1982). Durante o ensaio, a água de fluxo foi fixada em cerca de 8,2 L/min por tanque. A temperatura média da água foi 28°C , e o oxigênio dissolvido foi mantido acima da saturação de 70%.

Dez tilápias do nilo com um peso médio inicial de 100g, foram colocadas em cada tanque e deixou-se adaptar às condições experimentais por 10 dias. Durante este período, os peixes foram diariamente alimentados com a dieta controle. Depois disso, as dietas experimentais foram aleatoriamente distribuídas, sendo que cada uma foi atribuída a três unidades experimentais (tanques). Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 9.30h e 16.30h,

até a saciedade aparente. Os peixes foram adaptados às dietas durante 7 dias e, em seguida, começaram a receber as dietas contendo óxido de cromo. A coleta das fezes acumuladas em cada coluna de decantação foi feita diariamente por 24 dias, antes da refeição da manhã. Depois foram centrifugadas a 3000 x g, e armazenados a -20°C até a análise. Trinta minutos após a refeição da tarde, tanques, tubos, e colunas de sedimentação foram completamente limpos para remover o excesso de dietas e de fezes. As fezes recolhidas durante o período de amostragem foram reunidas para cada tanque.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (ADCs) da proteína, dos lípidios, da matéria seca, e a energia das dietas foram determinados pela seguinte fórmula (Bureau et al.1999):

$$\text{ADC (dieta)} = 1 - \left[\frac{\text{Cr2O3 na dieta X nutriente na fezes ou energia}}{\text{Cr2O3 na feze X nutriente na dieta ou energia}} \right] \times 100$$

2.4. Ensaio de Desempenho

Após o período de adaptação, 480 juvenis de tilápia do Nilo com peso inicial de $56,0 \pm 1,2$ g foram distribuídos aleatoriamente em 12 tanques-redes de $1,0 \text{ m}^3$, perfazendo um total de 40 alevinos em cada unidade experimental. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (diferentes dietas) e 3 repetições.

As dietas experimentais foram também aleatoriamente distribuídas, sendo que cada dieta (controle, FTA1, FTA2, FTA3) foi fornecida a 3 tanques-redes.

Os peixes foram alimentados “*ad libitum*”, duas vezes ao dia, seis dias por semana, resultando em 56 dias de experimento. Receberam cerca de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, sendo que foi considerado como o início do período de luz, às 6 da manhã.

Diariamente monitorou-se a sobrevivência, sendo que, na ocorrência de mortalidades estas foram anotadas.

Semanalmente foram monitorados os seguintes parâmetros da água: temperatura ($22,5 \pm 4,3^{\circ}\text{C}$), pH ($6,7 \pm 0,4$), oxigênio ($5,7 \pm 1,4$ mg/l) e amônia ($5,4 \pm 1,3$ mg/l). Estes foram considerados adequados para cultivo da espécie (Furuya et al. 2014). Além disso, ao final de cada semana pesou-se a ração para obtenção do consumo.

Completando 56 dias, os peixes foram pesados e todas as variáveis utilizados para avaliar o desempenho foram obtidos, conforme as equações descritas por Wang et al. (2007):

Ganho de peso (% PMI) = $(\text{peso final} - \text{peso inicial}) \times 100 / \text{peso inicial}$.

Ganho de peso ($\text{g kg PMDE}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$) = $((\text{PMF} - \text{PMDE}) \times 1000) / (\text{PMF} \times 56 \text{ dias})$.

Taxa de crescimento específico ($\%, \text{dia}^{-1}$) = $\{(\text{Ln}(\text{peso final}) - \text{Ln}(\text{peso inicial})) / \text{duração} (56 \text{ dias})\} \times 100$.

Consumo de ração ($\text{g kg PMDE}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$) = $((\text{Consumo de ração (g matéria seca/peixe)} \times 1000) / (\text{PMDE} \times 56 \text{ dias}))$

Índice de crescimento diário = $100 \times [(\text{peso final})^{1/3} - (\text{peso inicial})^{1/3}] \times (\text{dia})$.

Conversão alimentar = $\text{ganho de peso vivo (g)} / \text{consumo de ração seca (g)}$.

Eficiência alimentar = $\text{Ganho de peso vivo (g)} / \text{Ingestão total (g)}$.

Taxa de eficiência protéica = $\text{Ganho de peso vivo (g)} / \text{ingestão de proteínas de matéria seca (g)}$.

Sobrevivência (%) = $100 \times (\text{número final de peixes} / \text{número inicial de peixes})$.

HSI = índice hepato-somático = $(\text{peso do fígado} / \text{peso corporal}) \times 100$

VSI = índice víscero-somático = $(\text{peso da viscera} / \text{peso corporal}) \times 100$

*¹PMI = Peso Médio Inicial

*²PMF = Peso Médio Final

*³PMDE = Peso Médio Durante O Experimento

2.5. Parâmetros sanguíneos e Atividade de Enzimas Digestivas

Após a coleta de dados para o ensaio de desempenho, os peixes continuaram a ser alimentados por mais cinco dias. Ao final desse período, separou-se aleatoriamente seis peixes por tanque-redes realizando-se a coleta de sangue por punção do vaso caudal, de acordo com Waterstrat et al. (2005). Os animais foram anestesiados com eugenol em água potável na concentração final de 30 μ L/L, a partir de uma solução de eugenol a 50% (v/v) em etanol hidratado.

Os peixes foram considerados anestesiados quando sua posição na água se tornou aleatória, com prevalência da posição dorsal e sem resposta corporal a estímulos externos. Para a coleta de sangue utilizou-se seringas lavadas com heparina sódica de uso farmacêutico.

Para reduzir as lesões provocadas pela coleta, foi utilizada uma agulha calibre de 0,3mm, normalmente utilizada para a aplicação de insulina.

Em seguida, os mesmos foram abatidos e, para tanto, utilizou-se o anestésico eugenol (50 μ L/L) e gelo por 30 segundos, conforme protocolo desenvolvido por Ross & Ross (1999). Após o sacrifício, as tilápias foram evisceradas e colocadas em uma bandeja com gelo.

Das vísceras, separou-se o trato digestivo e removeu-se cuidadosamente os tecidos conjuntivos aderentes. Em seguida, retirou-se 5 cm de intestino para avaliação da atividade de enzimas digestivas em peixes completamente alimentados, para evitar falhas devido aos efeitos do jejum, seguindo as recomendações de Krogdahl e McKellep, 2005. Vale ressaltar, que para garantir que o intestino estivesse cheio no momento da amostragem, os peixes foram alimentados continuamente durante a coleta.

As seções do intestino foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido e depois armazenadas a -80°C até a medição da atividade enzimática.

2.5.1 Parâmetros Sanguíneos

Foram realizadas as seguintes análises lipoproteína de alta densidade (HDL-C), lipoproteínas de baixa densidade (LDL-C), lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL-C), colesterol total e triacilgliceróis. Utilizou-se o método colorimétrico enzimático, por meio dos "kit" da marca In Vitro Diagnostica ® código 10552 para colesterol, CAT: 10724 para triacilglicerol e CAT: 044 para HDL-c. Para determinação do colesterol total seguiu-se a metodologia proposta por Allain et al. (1974), onde a reação resulta na formação de cor vermelha, cuja intensidade é diretamente proporcional à concentração de colesterol na amostra. As leituras da absorbância foram realizadas em espectrofotômetro a $\lambda = 500$ nm. Para a dosagem de HDL-C, foi usada a metodologia proposta por Warnick et al. (1985), com o sistema de precipitação de lipoproteína. De acordo com este método, as lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL-c) e lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c) são precipitadas por ácido fosfotungstíco e cloreto de magnésio. Após a centrifugação da amostra, o colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidade (HDL-C) foi determinado no sobrenadante utilizando a metodologia para a medição do colesterol total (em mono-reagente concentração dobrado) descrito acima. O LDL-c foi determinada indiretamente pela fórmula: $LDL-c = \text{Colesterol total} - HDL-c - \text{triacilglicerol-5}$. Esta fórmula é citada por Mahan & Escott-Stump (1998) e Santos (2001). Para cálculo do VLDL-c no soro, foi utilizada a seguinte fórmula: $VLDL-c = \text{triacilglicerol-5}$. Os triacilgliceróis foram determinadas seguindo a metodologia sugerida por Fossati & Prencipe (1982), utilizando um kit enzimático. As reações resultaram na formação de cor vermelha, cuja intensidade de cor é diretamente proporcional à concentração de triacilgliceróis na amostra. As leituras de absorbância foram realizadas da mesma maneira que para o colesterol total.

2.5.2 Atividade de enzimas digestivas

Para a medição da atividade enzimática, a seção do intestino foi homogeneizado em tampão resfriado com gelo (Tris-HCl a 100, 0,1 mM de EDTA e 0,1% de Triton X-100 (v / v), pH 7,8), centrifugado (30 000 xg; 30 min; 4 °C) e o sobrenadante resultante foi recolhido e armazenado a -80°C, até análise. Todas as atividades enzimáticas foram determinadas utilizando espectrofotômetro de varredura de microplacas PowerWavex (Bio-Tek Instruments, EUA). A atividade total de protease foi medida pelo método de hidrólise de caseína, a pH 8, utilizando 0,1 M de Tris-HCl como tampão, de acordo com Walter (1984) e adaptada por Hidalgo et al., (1999). O pH 8, foi escolhido uma vez que está dentro do pH fisiológico para a atividade de protease em tilápia do Nilo (Zhai & Liu, 2014). A mistura de reação contendo caseína (1% w/v; 0 125 ml), tampão (0, 125 ml) e o sobrenadante homogeneizado (0,05 ml), foi incubada durante 1 hora a 37°C e sendo interrompida pela adição de 0,3 ml de solução de ácido 65 tricloroacético (8% p/v). Depois de ser mantido durante 1 hora a 2° C, as amostras foram centrifugadas (1 800 x g; 10 min) e a absorbância foi lida a 280nm contra brancos. Os espaços em branco foram preparados por adição do sobrenadante a partir dos homogenatos após incubação. A solução tirosina foi usada para estabelecer uma curva de calibração. Uma unidade de atividade enzimática foi definida como a quantidade de enzima necessária para catalisar a formação de 1,0 umol de tirosina por minuto. Atividades de α -Amilase (EC 3.2.1.1) e de lipase (EC 3.1.1.3) foram medidas com kits comerciais (Spinreact ref 41201 e ref 1.001.274, respectivamente.); a atividade enzimática foi expressa como a atividade específica; uma unidade (U) de atividade foi definida como nmol de produto gerado por minuto. A proteína solúvel foi determinada de acordo com Bradford (1976), tendo uma solução de albumina de soro bovino como padrão.

2.6. Caracterização química do Peixe Inteiro

Para caracterização química dos peixes inteiros de tilápias do Nilo de cada tratamento foram abatidos, utilizando-se o anestésico eugenol (50µL/L) e gelo por 30 segundos, conforme protocolo desenvolvido por Ross & Ross (1999), Após o sacrifício foram evisceradas, e imediatamente congeladas e armazenadas a -20°C até a realização das análises. Seis peixes foram amostrados aleatoriamente de cada tratamento no final do ensaio. Eles foram reunidos, moídos e liofilizados, e os teores de proteína bruta corporal, gordura bruta, umidade e conteúdo de cinzas determinado de acordo com métodos da AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 2000). Todas as análises foram feitas em triplicata

2.7. Caracterização centesimal, pH, Cor e Rendimento do Filé

A Caracterização centesimal de seis filés para cada tratamento foi determinada em triplicata conforme descrito no AOAC (2000).

O pH muscular foi medido 4 horas pós-abate e um dia após abate utilizando-se um medidor de pH portátil (modelo Tec 11; Tecnal Instruments SA, São Paulo, Brasil) por inserção direta do eletrodo de vidro na parte mais espessa do músculo. O espectrocolorímetro (modelo CM-5, Konica Minolta, Japão) foi usado para medir a cor do filé de acordo com o sistema tricromático CIE L*, a* e b* sugerido por Alnahhas et al. (2014).

Para a análise de rendimento de filé (sem ossos e pele) utilizou-se os dois cortes laterais. Os peixes foram processados manualmente, com pesagem das porções obtidas a partir do peixe inteiro. Foram utilizados os dados de rendimento, em relação ao peso total do peixe.

2.8 Análises químicas dos ingredientes, das dietas, das fezes e dos peixes e filé.

As análises químicas dos ingredientes, dietas, fezes peixes inteiros e filés foram realizadas como se segue: matéria seca, por secagem das amostras a 105°C até peso constante; matéria seca em peixes e filés foram determinados por liofilização (freeze sistema de secagem, Liotop, modelo L101) cinzas, por incineração num forno de mufla a 450 ° C durante 16 horas; proteína (N x 6,25) pelo método de Kjeldahl, após digestão com ácido, utilizando a digestão e sistema para a determinação da proteína de neutralização dos gases / nitrogênio e esgotamento. (Tecnal Systems, Brasil; modelos TE-040/25-RP e TE-040/25-SE, respectivamente); lípidos de ingredientes e dietas por extração com éter de petróleo usando um sistema de Soxtec (Sistema determinação de lípidos, Tecnal, Brasil; extrator modelo TE-044/8), e nas fezes por um método gravimétrico (Folch et al, 1957). Devido à quantidade limitada de amostra de fezes; energia bruta, por combustão direta de amostras em um calorímetro de bomba adiabática (SRPA Instruments, Moline, IL, USA; modelo PARR 1261); óxido crômico por digestão com ácido de acordo com Furukawa e Tsukahara (1966).

A análise de aminoácidos foi feita de acordo com Peres e Oliva-Teles (2009). Resumidamente, as amostras foram hidrolisadas durante 23 h com ácido clorídrico 6N a 110°C sob atmosfera de nitrogênio e derivatizado com reagente ftaldialdeído (OPA; Sigma) antes da separação por cromatografia líquida de Ultra desempenho (UPLC) num Sistema de Análise de Aminoácido de Fase Inversa Shimadzu (Shimadzu modelo de amostra auto SIL20A; Shimadzu bomba quaternária modelo LC20AT; detector Shimadzu modelo de RF-20A EX λ -350 nm EM-450 nm), equipado com uma coluna Shim-pack Amino-Na e uma coluna Shim-pack ISC-30Na, usando as condições descritas por LLAMES et al., (1994). Padrões externos (Produção Sigma Co., número de lote 2114022) foram identificados picos cromatográficos, integrados e quantificados com o pacote de

software LC-Solution Shimadzu, comparando com os padrões de aminoácidos conhecidos.

O teor de lípido total foi extraído primeiro seguindo homogeneização em clorofórmio/metanol (2:1,v/v) de acordo com Folch et al. (1957) e, em seguida, metilação para produzir ésteres de ácidos graxos (FAMES). Os ésteres resultantes da etapa de esterificação foram submetidos à análise de cromatografia em fase gasosa, equipamento GC 2010 SHIMADZU com detector de ionização de chama (FID), utilizando uma coluna capilar (100 m x 0,25 mm x 0,2 μ m). As seguintes condições cromatográficas utilizadas: Injetor: trabalhando no "split", com o uso de gás de arraste de hélio a uma taxa de fluxo de 1,0 ml.min⁻¹. Injetando amostra de 1 μ l com tempo de execução de 60 min. Coluna: temperatura inicial de 140 °C e manteve-se esta temperatura durante 5 minutos, elevando-se a uma taxa de 4°C min⁻¹ para 240°C. A coluna de fase estacionária compreenderá bis-cianopropilo polissiloxano. A identificação e quantificação dos ácidos graxos foram feitos por comparação dos tempos de retenção dos ésteres contidos no padrão Supelco 37 de componentes da mistura FAME (CRM47885 - CAS 75-09-2) com as amostras.

2.9. Análise estatística

Os dados foram apresentados como média \pm erro padrão. Todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando um nível de significância de $P < 0,05$ para rejeição da hipótese nula. Testes de Tukey foram aplicados para determinar as diferenças entre as médias. Correlações lineares foram determinadas entre as variáveis e os conteúdos de farinha de casca de maracujá. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SPSS versão 20.0 (SPSS, Michigan Avenue, Chicago, IL, EUA) disponibilizado pela Faculdade de Ciências do Porto (FCUP).

3. RESULTADOS

3.1. Ensaio de Digestibilidade

Coefficientes de digestibilidade aparente (ADC) de matéria seca, proteína, lipídio e energia de juvenil tilápia estão resumidos na Tabela 3. ADC de matéria seca dos peixes alimentados com dietas de controle e FTA2 foram significativamente ($P < 0,05$) aumentando com o aumento do nível de OCM nas dietas, e o ADC de matéria seca do grupo controle foi significativamente semelhante aos outros grupos. O ADC de proteína diferiu entre as dietas. ADC de proteína dos peixes alimentados com dieta controle e FTA3 foram significativamente ($P < 0,05$) diminuindo com o aumento do nível de OCM nas dietas, e o ADC de proteína do grupo controle foi significativamente igual aos outros grupos. ADC de lípidos dos peixes alimentados com dietas de controle foi significativamente ($P < 0,05$) menor do que de peixes alimentado com as dietas FTA1 e FTA2 e FTA3. Os ADCs de energia não foram afetados pelas dietas. Os ADCs de produtos FTA não foram afetados na absorção de nutrientes pela tilápia do Nilo.

3.2. Desempenho e crescimento

Desempenho e consumo dos juvenis de Tilápia do nilo estão resumidos na Tabela 4. Houve diferença significativa encontrados no peso final de juvenis de tilápia do nilo alimentados com a dieta controle e dieta FTA1, FTA2 e FTA3, o peso final corporal dos peixes alimentados com as dietas FTA1, FTA2 e FTA3 foi significativamente maior ($P < 0,05$) do que aqueles alimentados com a dieta controle.

A mesma tendência foi observada para ganho de peso, ganho de peso diário, taxa de crescimento específico, índice de crescimento diário e taxa eficiência proteica, sendo que, com o aumento dos níveis de FTA nas dietas, houve um aumento significativamente ($P < 0,05$) desses valores do que aqueles

alimentados com a dieta controle. O Consumo de ração diminuíram significativamente ($P < 0,05$) com o aumento de FTA nas dietas. A taxa de conversão alimentar diminuíram significativamente ($P < 0,05$) com o aumento do nível FTA nas dietas. A eficiência alimentar dos peixes alimentados com dietas controle e FTA1 foi significativamente menor ($P < 0,05$) em comparação com os peixes alimentados com dietas FTA2 e FTA3.

Não houve efeito significativo das dietas sobre a taxa de sobrevivência. A HSI (%) e VSI(%) foi significativamente influenciado por tratamento, enquanto que, com a substituição do FTA em relação a farinha de soja, estes índices diminuíram.

O índice hepatossomático foi inferior ao observado por Boscolo et al. (2010). Este índice pode variar de espécie para espécie e pode estar relacionado ao acúmulo de reservas energéticas para o período de inverno (Querol et al. 2002). No presente estudo, verificou-se índice em torno de 2,34-2,99% do peso corporal, havendo uma dieta diferença significativa no do peso do fígado, ou seja, houve variação no metabolismo energético dos animais, e, portanto, o alimento atendeu às exigências dietéticas dos juvenis de Tilápia do Nilo.

O índice viscerossomático, que expressa a relação entre o peso das vísceras e o peso total dos peixes, foi elevado (9,65 a 14,93), sendo superior ao reportado por Gonçalves et al. (2009) (6,09 a 8,79), quando alimentaram juvenis de Tilápias do Nilo com proteína e energia digestível, com base no conceito de proteína ideal. Entretanto, no presente estudo, as rações não foram formuladas para atender ao conceito de proteína ideal, com balanceamento dos aminoácidos, e sim apenas para garantir que nenhum nutriente estivesse faltando.

3.3. Parâmetros bioquímicos e fisiológicos

Lipoproteínas plasmáticas de tilápia do nilo alimentados com dieta substituindo o FTA em relação à farinha de soja (Controle, 10, 20 e 30%) São

indicadas como milimoles por litro (mmol.L-1) e estão apresentados Tabela 5. Observou-se diferenças significativas de triglicéridos plasmáticos dentro tratamentos dietéticos, variando de 82,16, 95,41, 142,33 e 156,50 mmol.L1 respectivamente. Não foram observadas diferenças significativas para colesterol Plasmatica, triglicerídeos, HDL e VLDL entre os tratamentos dietéticos. No entanto, peixes alimentados com dieta substituindo o FTA até 30% em relação ao farelo de soja teve significativamente menor LDL plasmática (32,00 mg.dL-1) em relação à dieta controle de peixes alimentados (105, mg.dL-1).

3.4. A atividade específica das enzimas digestivas

A atividade específica das enzimas digestivas no intestino médio da tilápia do nilo são apresentados na Tabela 5.

A atividade total da lipase foi maior na dieta com 30% de FTA (1,64 mU mg de proteína-1), 20% FTA e controle (0,46, 0,66 e 0,85 mU mg de proteína-1, respectivamente), a atividade de protease e amilase do que na dieta com 10 do subprodutos FTA não foram afetados pelas dietas.

3.5. Análises físico-químicas

Não houve efeito significativo das dietas sobre o peixe inteiro nas variáveis composição de umidade (71,01-7,49%), proteína (13,77-14,54%), lipídios (6,74-7,76%) e de cinzas (3,68-4,16%). Não houve efeito significativo das dietas sobre as variáveis composição de filé umidade (79,92-81,74%), proteína (17,53-17,99%), lípidos (0,79-1,02%) e cinzas (1,07-2,22%) (Tabela 6).

Os resultados de qualidade filé são apresentados na Tabela 7. O pH inicial, e L * a *, foi influenciada de forma significativa para a substituição do FTA em relação à farinha de soja, e com o aumento da inclusão de FTA, houve uma alteração nos níveis de 10% 20% e 30% comparado com o dieta controle. Não houve efeito significativo das dietas sobre as variáveis b* e pH final. O rendimento de filé foi fortemente influenciado pelo consumo da dieta. Com o

aumento da inclusão da FTA, houve uma redução no rendimento em comparação de peixes alimentados com a dieta controle. Os perfis de ácidos graxos nos lipídios de todo o corpo foi fortemente influenciado pelo tratamento de dieta (Tabela 8). Os principais ácidos graxos observados em alta concentração foram de 18 carbonos na sua cadeia principal. Em resumo, o ácido esteárico e ácido oleico foram influenciados ao substituir o FTA em comparação com a soja na dieta para os peixes. No que diz respeito a proporção $\Sigma n-3/\Sigma n$, não houve influencia significativa ao substituir o FTA pela farinha de soja em dietas para peixes ($p < 0,05$).

A relação de $\Sigma n-6 / \Sigma n-3$ não apresentou diferença significativa entre os grupos experimentais ao longo de todo peixe inteiro ($p < 0,05$). Para os ácidos graxos da classe ômega 3 houve um aumento significativo ($p < 0,05$) nos peixes alimentados com a FTA em comparação com a dieta controle.

4. DISCUSSÃO

Para os resultados de digestibilidade foi observado neste ensaio que ADC de proteína foi desfavorável nos peixes recebendo as dietas com FTA. Já ADC de lipídios apresentou um aumento nos peixes alimentados com dietas com FTA. Este efeito positivo sobre a digestibilidade pode ser resultado da quantidade de fibra e sua composição nutricional presente em FTA.

É bem conhecido que a alta concentração das fibras na dieta diminui a digestibilidade de alguns nutrientes neste caso nas proteínas. A fibra alimentar influencia na absorção e circulação de nutrientes através do trato gastrointestinal. A Fibra pode ligar-se nutrientes, tais como gorduras, proteínas e sais minerais e reduzir a sua biodisponibilidade (Richter et al., 2003). Quantidades de fibra detergente neutra, e fibra detergente ácida, que estão entre os componentes da parede celular foram elevadas em dietas em que se obtiveram

baixa digestibilidade. Richter et al. (2003) relataram que obtiveram baixa digestibilidade em dietas com alta quantidade dessas fibras.

A digestão é afetada por fatores como as condições de processamento, disponibilidade de fatores antinutricionais, fibra, composição química e física dos nutrientes (Martínez-Llorens et al. 2012). A diminuição da digestibilidade da proteína por taninos está relacionado com a ligação de ambos, diminuindo o efeito de enzimas responsáveis pela digestão das proteínas.

A formulação de uma ração, para a alimentação de tilápias, além de se verificar os níveis adequados de nutrientes, são também importantes a granulometria dos ingredientes da ração, fonte lipídica, flutuabilidade, digestibilidade, entre outros (Koch et al. 2016)

Estão entre os fatores antinutricionais resultante de ambos constituem compostos complexos com proteínas (Francis et al. 2001; Mariscal-Landin et al. 2004) e diminuindo o efeito de enzimas responsáveis pela digestão de proteínas (Bell 1993). Cheng et al. (2010) relataram que a razão da diminuição da digestibilidade in robalo (Japanese seabass) alimentados com dietas que envolvem farelo de canola foi a diminuição na atividade das enzimas da digestão com o aumento do teor de tanino e também a grande quantidade de fibra em farelo de canola. McCurdy & Março (1992) relataram que o taninos reduziu a digestão de proteínas.

Sabe-se que compostos antinutricionais em alimentos de origem vegetal podem afetar os parâmetros sanguíneos de peixe. No entanto, neste estudo, os valores de colesterol não contatou diferença significativamente como a quantidade FTA na dieta. Valores de triglicérides teve aumento em até 30%. Na dieta controle e FTA 30 houve o aumento nos níveis de HDL e LDL.

Kumar & Vaithyanathan (1990) observaram que o valor dos triglicéridos no plasma aumentou com o aumento no nível de ingrediente de

origem vegetal na dieta. Como resultado do ensaio, embora aumentado o valor da LDH obtidos a partir dos grupos, não apresentou tendência significativa.

Os resultados do presente estudo indicam que a FTA pode ser utilizado como substituto parcial a farelo de soja em dietas para juvenil tilápia do nilo (*O. niloticus*) até um nível de 30% sem um efeito negativo significativo sobre os parâmetros crescimento (peso final, ganho de peso, taxa de crescimento específico) e consumo de alimento (consumo de ração, eficiência alimentar, taxa de eficiência proteica). Foi detectado neste ensaio que o crescimento foi mais elevado nos peixes alimentados com dietas com o aumento do nível FTA.

Feiden et al. (2010), avaliando o desempenho de juvenis de tilápias do Nilo criados em pequenos tanques-rede, no sistema orgânico, observaram ganho de peso diário, 10g ao dia. Por outro lado, Boscolo et al. (2010) verificaram valores superiores a 21,0 g ao dia, quando os peixes foram criados em viveiros escavados. Portanto, as condições de alojamento dos animais pode garantir maior ou menor crescimento, todavia, o ganho de peso das tilápias atendeu ao que era esperado.

Este efeito positivo sobre o crescimento pode ser resultado de alta absorção da FTA pela Tilápia do Nilo, e o processo de secagem e extrusão ter eliminado algumas substâncias prejudiciais a nutrição dos peixes como os taninos.

O presente estudo não revelou diferenças significante ($P > 0,05$) em umidade, lipídios, proteína e cinzas no peixe inteiro e na composição do filé. Resultados similar foram relatados por Yue e Zhou (2008), que avaliou inclusão de farelo de algodão em dietas de tilápia híbridos. No entanto, relata-se que a quantidade de lipídios total diminuiu em outros estudos utilizando diferentes dietas com ingredientes vegetais para tilápia (Gaber 2006;. Azaza et al 2009).

A umidade manteve-se em torno de 75%, para todos os tratamentos, valor próximo aos registrados por Gonçalves et al. (2009), os quais relataram

umidade variando entre 75% e 79%, e abaixo do encontrado por Schwarz et al. (2011), que, fornecendo mananoligossacarídeo, observaram teores de umidade acima de 80%, para pós-larvas de tilápia.

A composição centesimal pode sofrer variações endógenas e exógenas, de acordo com a genética dos peixes, o alimento que eles recebem, principalmente com relação à composição lipídica do alimento e do animal (Shearer 1994), o ambiente em que estão inseridos e as características deste ambiente. Entretanto, como, neste trabalho, os peixes receberam dietas com composição química semelhante (dietas isoenergéticas), esta variação foi baixa, não havendo diferenças.

Simões et al. (2007) concluíram que filés de tilápia apresentam cerca de 19% de proteínas, 2,60% de lipídios e 1,09% de cinzas. Estes resultados diferem dos dados encontrados no atual experimento.

Informações a respeito da composição nutricional do peixe inteiro são de extrema importância, principalmente quando o destino final é o frigorífico. Parâmetros como umidade, proteínas e lipídios podem determinar o tempo de prateleira do produto e sua possível transformação em coprodutos.

E relevante saber se os componentes utilizados na ração oferecida a esse tipo de peixe, é suficiente para a sua criação, de maneira saudável e progressiva. Geralmente a avaliação de um bom alimento se dá pelo desenvolvimento dos peixes, no entanto, o crescimento rápido nem sempre é sinal de uma boa ração (Santiago, 2002)

É nesse contexto que entra a avaliação da farinha de torta de oliva, que oferece nutrientes para crescimento, no entanto, nem sempre adequados para alguns tipos de peixe, essa análise considerará esse relato para observar se é o caso das tilapias.

Conforme Silva (2010), dentre os nutrientes a proteína deve merecer maior atenção por ser formador do músculo e principal determinante do ganho

de peso. A eficiência na assimilação proteica dependerá da qualidade da proteína da ração a qual depende do balanço dos aminoácidos, a unidade que a compõe. Infelizmente, até o momento, apenas carpa, tilápia do nilo e o bagre-de-canal são as espécies tropicais que já têm definidas suas exigências de aminoácidos.

Portanto, as tilapias têm diferentes exigências nutricionais, no entanto, as fábricas de ração apenas consideram como sendo dois grupos: o dos carnívoros cujas formulações apresentam maior teor de proteína da dieta e todos os demais, considerados como “espécies tropicais”, não formulam rações específicas para tilapias, mesmo sabendo dessas necessidades nutritivas especiais.

Na visão de Silva (2010) formulações específicas permitiriam fornecer a quantidade ideal de nutrientes para cada espécie, diminuindo assim as perdas com a excreção do excesso dos nutrientes. Para o autor, a maioria dos estudos realizados sobre nutrição de peixes são geralmente com alevinos e juvenis, sendo necessário estudos em outras fases de vida.

Na visão de Santiago (2002) a formulação de rações específica para tilapias, por um lado aumenta o custo de produção, devido à falta de escala, porém, proporciona melhor conversão alimentar e deve causar menores danos ao meio ambiente. Este é mais um desafio lançado à competência dos pesquisadores e fabricantes de ração.

Razão pela qual o Santiago (2002) destaca que algumas estratégias na nutrição de peixes que visam adequar formulações que proporcionem maior eficiência nutricional, a qual é geralmente medida pela conversão alimentar.

No caso das tilapias deve-se evitar o uso da proteína como fonte de energia dietária e priorizar as fontes mais baratas de energia. Segundo Santiago (2002) a formulação da ração com base na composição em aminoácidos do próprio peixe, pode ser um grande avanço na formulação da ração, ajustando

corretamente o balanceamento dos aminoácidos, como mencionado anteriormente.

Outro ponto a ser observado nas rações para tilápias está nos aditivos, que reduzem a mortalidade e melhoram o desempenho dos peixes. O autor cita nessas características, o alho, própolis, a azeitona e outros fitoterápicos.

De Silva e Anderson (1995), pensando nessa aplicabilidade citam em seu estudo a “estratégia mista de alimentação” que consiste em alimentar os peixes variando os níveis proteicos da ração, diariamente.

Como se sabe as principais fontes proteicas de uma ração convencional de peixes e o farelo de soja, mas em observância a muitas outras composições, observou-se que esse farelo pode ser substituído. Alguns estudos já comprovaram a eficiência alimentar das novas fontes de proteína como torta de oliva (Ulisses, 2013).

Ulisses (2013) em seu estudo demonstra que com a substituição desses componentes ao farelo de soja na alimentação dos peixes, os animais apresentam bom ganho de peso, baixa deposição de gordura na carne e conversão alimentar baixa em torno de 1.3, o que são características desejáveis, no entanto, a quantidade de ração a ser utilizada depende muito da fase de desenvolvimento que o peixe se encontra.

Correa (2014) destaca uma versão dessa questão em seu estudo, utilizando-se das mesmas substituições alimentares, ao mencionar, que na fase de alevino, podendo trabalhar com até 5% do peso vivo, de 3% a 5%. À medida que ele vai crescendo pode-se diminuir essa alimentação e passa a trabalhar com taxas de 2% e na terminação até com 1% do peso vivo.

No entanto para a autora, alguns cuidados precisam ser tomados com o uso da nutrição alternativa, pois a torta de oliva tende a afundar com mais rapidez, nesse caso o produtor precisa ter um cuidado maior no momento da alimentação e deve fazer uma observação atenta ao comportamento dos peixes.

Para que não haja problemas no excesso do consumo ou na redução do consumo por parte dos peixes, a ração deve ser dada aos poucos, à medida que os animais forem consumindo o que está sendo oferecido e isso demanda um pouco mais de tempo do que o método convencional.

Com as rações alternativas, estudos mostram que houve um grande avanço tecnológico em relação a melhoramento genético, biologia, reprodução, prevenção de doenças, nutrição e manejo na criação de tilápias (El-Sayed, 1999).

Até pouco tempo atrás, no Brasil, a principal dificuldade na produção de tilápias era uma nutrição adequada, aliada ao manejo alimentar correto, já que os gastos com alimentação chegam a atingir 65% do custo total de produção (Firetti & Sales, 2004).

No entanto, com alguns estudos que surgiram nos últimos anos, de 2010 para cá, observou-se que rações alternativas tem sido um fator interessante no melhoramento desse processo de criação de tilapias. A utilização dessas rações traz um custo acessível e vantajoso, uma vez que possibilita ao piscicultor incluir na dieta um ou mais ingredientes disponíveis na propriedade rural ou em sua região, a um baixo custo.

Dentre essa lista de produtos que compõem as rações alternativas, está o já citado nessa análise farinha de torta de oliva ou azeitona. O valor nutricional desse tipo de dieta é variável (Fagbenro & Jauncey, 1998), e sua eficiência tem sido pouco avaliada.

O primeiro estudo realizado sobre o uso de torta de Oliva considerou sem prejuízo, esse tipo de substância para o crescimento de tilápias criadas em viveiro escavado. Oliveira et al. (2006) apresentando como alimento alternativo de baixo custo para tilápias, podendo ser utilizada principalmente em rações.

Nos estudos de Carvalho et al (2006) foi observado que o uso de azeitona em rações alternativas, proporcionou um teor médio de lipídios dos peixes alimentados o que foi significativamente menor que o dos alimentados

com ração comercial, o que pode proporcionar maior rendimento de filé. Isso pode estar relacionado ao fato de que a tilápia utiliza melhor os lipídios que os carboidratos como fonte de energia, visto que a ração alternativa continha 8,8% de extrato etéreo e 34,7% de carboidratos, enquanto a ração comercial continha 3% de extrato etéreo e 40% de carboidratos.

Além disso, estudos como de Silva (2010) demonstram que a ingestão de carboidratos na alimentação natural da tilápia, principalmente na forma de amido, é muito pequena, motivo pelo qual pode haver a substituição do farelo de soja por outra substância desde que com valores nutricionais semelhantes.

Assim acredita-se que a sua capacidade para digerir esse tipo de nutriente é baixa em comparação à capacidade para digerir lipídios, que são fontes imediatas de energia e de ácidos graxos essenciais para a maioria das espécies de peixes, e estão presentes em grande quantidade nos organismos planctônicos (Sipaúba-Tavares & Rocha, 2003).

Tratando sobre os lipídios, Winfree & Stickney (1981), El-Sayed & Teshima (1992) e Wang et al. (2005) correlacionaram a maior concentração de lipídio corporal com o aumento nas concentrações de amido na dieta, em tilápias.

Outro fator positivo encontrado nas rações a base de torta de oliva, é que as tilápias alimentadas com dietas com 6% ou 9% de extrato etéreo apresentam maior ganho de peso que com dieta contendo 3% de extrato etéreo (TOLEDO, 2004).

Essa percepção foi analisada por Boscolo et al. (2004), quando perceberam em seus estudos que houve relação linear entre o teor de extrato etéreo (1,9 a 5,9%) na dieta e o rendimento de filé de tilápias, sem afetar a percentagem de gordura do filé e o desempenho dos peixes.

Isso significa que a relação carboidrato/lipídios na ração alternativa, assim como sua composição em ácidos graxos, pode estar mais adequada às necessidades nutricionais das tilápias.

5. CONCLUSÃO

No geral, os resultados indicam que tilápia do nilo apresentou um bom desempenho com dietas quando de farinha de soja foi substituída até 30% por farinha de oliva. Este estudo também demonstrou que a substituição nas dietas por farinha de oliva melhora a utilização de nutrientes.

Os parâmetros (crescimento, consumo de alimentos) e qualidade de carne e enzimas digestivas obtidos como resultado do estudo não mostraram qualquer efeito negativo do torta de oliva na alimentação de juvenil tilápia (*O. niloticus*) e indicando que pode ser usada até 30% em substituição a farinha de soja.

AGRADECIMENTO

Ao Departamento de Zootecnia/UFLA pela assistência durante o estudo, Patense, pelos ingredientes alimentares e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de doutorado. Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig).

REFERENCIAS

Adron, J.W., Grant, P.T, Cowey, C.B.A., 1973. System for the quantitative study of the learning capacity of rainbow trout and its application to the study of food preferences and behavior. *Journal Fish Biology* 5, 625-636.

- Albuquerque, W. F.; Zapata, J.F.F.; Almeida, R. S. 2004. Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. Revista Ciência Agronômica, v.35, p.264-271.
- Balasundram N, Sundram K, Samman S. 2006. Phenolic compounds in plants agriindustrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. Food Chem. 99: 191-203.
- Belal, I. E. H. 1999. Replacing dietary corn with barley seeds in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feed. Aquaculture Research, v.30, n.4, p.265-269.
- Bito M., Yamada K.; Mikumo Y.; Amano K. Studies on rigor mortis of fish – I. Difference in the model of rigor mortis among some varieties of fish by modified Cutting's method. Bull. Tokai Reg. Fish Res. Lab., n.109, p. 89-96, 1983.
- Boscolo, W.R.; Hayashi, C.; Meurer, F.; Feiden, A.; Wolff, L. 2004. Desempenho e características de carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de gordura. Acta Scientiarum Animal Sciences, v.26, p.443-447.
- Bureau, D.P., Harris, A.M., Cho, C.Y., 1999. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 180, 345–358.
- Carvalho, G.G.P. De; Pires, A.J.V.; Veloso, C.M.; Silva, F.F. Da; Carvalho, B.M.A. De. 2006. Silagem De Resíduo De Peixes Em Dietas Para Alevinos De Tilápia-Do-Nilo. Revista Brasileira De Zootecnia, V.35, P.126-130.
- Cho, C.Y., Slinger, S.J., Bayley, H.S., 1982. Bioenergetics of salmonid fishes: energy intake, expenditure and productivity. Comp. Biochem. Physiol. 73B, 25-41.
- CORREIA, Rosalayne. Alimentação Alternativa Para Peixes. Embrapa Nordeste, 2014

- De Silva, S.; Anderson, T.A. 1995. Fish Nutrition In Aquaculture. 1 Ed. London: Sena S. De Silva & Trevor A. Anderson, 1995. Ed. Chapman & Hall, London.
- EL-SAYED, A.F.M. 1999. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. Aquaculture, v.179, p.149-168.
- El-Sayed, A.F.M.; Teshima, S. 1992. Protein And Energy Requirements Of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, Fry. Aquaculture, V.103, P.55-63.
- Fagbenro, O.A.; Jauncey, K. 1998. Physical And Nutritional Properties Of moist fermented fish silage pellets as a protein supplement for tilapia (*Oreochromis niloticus*). Animal Feed Science and Technology, v.71, p.11-18.
- Federici F, Fava F, Kalogerakis K, Mantzavinos D. 2009. Valorisation of agro-industrial by-products, effluents and wastes: concept, opportunities and the case of olive oil sector. Journal of Chemical Technology and Biotechnology. 84:895–900.
- Ferreira, M. F. P.; Pena, R. S. 2010. Estudo Da Secagem Da Casca Do maracujá. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.12, n.1, p.15-28.
- Fiske, C.A., Subbarow, I., 1925. The colorimetric determination of phosphorus. J. Bio. Chem. 66, 375-400.
- Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G.H.S., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. J. Biol. Chem. 226, 497-509.
- Furukawa, A., Tsukahara, H., 1966. On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed. Nippon Suisan Gakk 32, 502-506.
- Gomes J.D.F.; Putrino, S.M.; Grossklaus, C. et al. 2007. Efeito do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: Suínos em crescimento e terminação. Semina: ciências agrárias, v.28, n.3, p.483-492.

Hidalgo, M.C., Urea, E., Sanz, A., 1999. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. *Aquaculture* 170, 267-283.

Jones AC, Mead A, Kaiser MJ et al 2014. Prioritization of knowledge needs for sustainable aquaculture: a national and global perspective. *Fish Fish*. doi:10.1111/faf.12086

Karayannakidis, P. D., Zotos, A., Petridis, D. and Taylor, K. D. A. 2008. Physicochemical changes of sardines (*Sardina pilchardus*) at -18°C and functional properties of Kamaboko gels enhanced with Ca^{2+} 2110 Piotrowicz, I. B. B. and Mellado, M. M. S./IFRJ 22(5): 2103-2110 ions and MTGase. *Journal of Food Process and Engineering* 31 (3): 372–97.

Krogdahl, Å., Bakke, A.M., 2005. Fasting and refeeding cause rapid changes in intestinal tissue mass and digestive enzyme capacities of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology*. 141(A), 450 – 460.

Llames, C.R.; Fontaine, J. 1994. Determination of Amino Acids in Feeds: Collaborative Study, *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists*, Washington, v.77, n.6, p.1362-1402.

M.S. Pessoa, J. C. S. A., A.L. Heliodoro Nascimento, K.L. Silva, A.C.M. Soares, A.C.S. Camargo, D.E. Faria Filho (2013). "Performance of Nile tilapia fed with bran made of pequi peel." *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 64(2): 547-552.

Maia, E. L.; Ogawa, M. Cor. 1999. In: *Manual de pesca (Ciência e tecnologia do pescado)*. OGAWA, M.; MAIA, E. L. (Ed.) São Paulo: Livraria Varela, cap. 5, p.75-85.

Morken, T., Kraugerud O.F., Barrows, F.T., Sørensen M., Storebakken, T., Øverland, M., 2011. Sodium diformate and extrusion temperature affect nutrient digestibility and physical quality of diets with fish meal and barley protein concentrate for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) *Aquaculture* 317, 138–145.

- Ng, W.K. and Chong, K.K. 2002. The nutritive value of palm kernel meal and the effect of enzyme supplementation in practical diets for red hybrid tilapia (*Oreochromis sp.*). *Asian Fisheries Sci.* 15: 167-176.
- Noblet, J.; Le Goff, G. 2001. Effect of dietary fiber on the energy value of feeds for pigs. *Animal Feed Science and Technology*, v.90, p.35-52.
- Peres, H., Oliva-Teles, A., 2009. The optimum dietary essential amino acid profile for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. *Aquaculture* 296, 81-86.
- Plaipetch, P. & Yakupitiyage, A. 2014. Effect of replacing soybean meal with yeast-fermented canola meal on growth and nutrient retention of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758). *Aquacult. Res.*, 45, 1744–1753.
- Santiago, C.B.; Laron, M. 2002. Growth and fry production of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), on different feeding schedules. *Aquaculture*, Amsterdam. v. 33, p. 129-136.
- Sena, M. F., Azevedo R. V de., Ramos, A. P. de S., Carvalho, J. S. O., Costa, L. B., Braga, L. G. T., 2012. Mesquite bean and cassava leaf in diets for Nile tilapia in growth. *Acta Scientiarum. Maringá*, v. 34, n. 3, p. 231-237.
- Sena, M. F.; Azevedo, R. V.; Ramos, A. P. D. S.; Carvalho, J. S. O.; Costa, L. B.; Braga, L. G. T. 2012. Mesquite bean and cassava leaf in diets for Nile tilapia in growth. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.34, n.3, p.231-237.
- Silva, F. V.; Sarmiento, N. L. A. F.; Vieira, J. S.; Tessitore, A. J. A.; Oliveira, L. L. S.; Saraiva E P. 2009. Características Morfométricas, Rendimentos De Carcaça, Filé, Vísceras E Resíduos Em Tilápias-Do-Nilo Em Diferentes Faixas De Massa. *Revista Brasileira De Zootecnia*, V.38, N.8, P.1407-1412.
- Silva, Rafael. 2010. Custo Na Alimentação Dos Peixes: É Possível Reduzir Mantendo A Qualidade. *Revista Da Aqüicultura*, Nr. 75.
- Sipaúba-Tavares, L.H.; Rocha, O. 2003. Produção De Plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos. São Carlos: RiMa, 106p.

Souza, L. R. M.; Maranhão, T. C. F. 2001. Rendimento De Carcaça, Filé E subprodutos da filetagem da Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função da massa corporal. *Acta Scientiarum*, v.23, n. 4, p.897-901.

Tatiene Rossana Móta Silva, S. C., Kedima Swyelle Pontes de Azevedo, Thiago André Tavares de Araújo, Maria Cristina dos Santos, Álvaro Jose de Almeida Bicudo 2015. "Substituição do milho pelo farelo de algaroba (*Prosopis juliflora*) em dietas para juvenis de tilápia do Nilo cultivados em baixa temperatura." *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 10(3): 460-465.

Thongprajukaew, K., Rodjaroen, S., Yoonram, K., Sornthong, P., Hutcha, N., Tantikitti, C. and Kovitvadi, U. 2015. Effects of dietary modified palm kernel meal on growth, feed utilization, radial scavenging activity, carcass composition and muscle quality in sex reversed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 439: 45-52.

Toledo, M.P.A. Processamentos De Dietas Práticas Com Diferentes Fontes De energia para o crescimento e a digestibilidade da tilápia do Nilo. 2004. 79p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Ulisses, Adaiton. 2013. Rações Caseiras Para Tilapias E Trutas. Embrapa Nordeste.

Van Kempen, T. 2001. Is Fiber Good For The Pig. *Swine News*. North Carolina Cooperative Extension Service, August, v.24, n.7.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 174, 3583-3597.

Walter, H.E., 1984. Proteinases: methods with hemoglobin, casein and azocoll as substrates. In: Bergmeyer, H.J. (Ed.), *Methods of Enzymatic Analysis*, vol. V. Verlag Chemie, Weinham, pp. 270–277.

Wang, Y., Kong, L.J., Li, K. & Bureau, D.P. 2007. Effects of feeding frequency and ration level on growth, feed utilization and nitrogen waste output of cuneate drum (*Nibeia miichthioides*) reared in net pens. *Aquaculture*, 271, 350–356.

Wang, Y.; Liu, Y.J.; Tian, L.X.; Du, Z.Y.; Wang, J.T.; Wang, S.; Xiao, W.P. 2005. Effects of dietary carbohydrate level on growth and body composition of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. *Aquaculture Research*, v.36, p.1408-1413.

Winfree, R.A.; Stickney, R.R. 1981. Effect Of Dietary Protein And Energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea*. *Journal of Nutrition*, v.111, p.1001-1012.

Yasmin, L.; Kamal, M.; Ahmed, S. A. K.; Azimuddin, K. M.; Khan, M. N. A.; Islam, M. N. 2001. Studies on the Post-mortem Changes in Genetically Improved Farmed Tilapia (*Oreochromis niloticus*) During Ice Storage. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, v.4, p.1144-1146.

Legenda das Tabelas

Tabela 1. Composição (% de matéria seca) de farinha de torta de azeitona(FTA).

Tabela 2. Formulações de dietas referência e experimentais para determinação dos coeficientes de digestibilidade em juvenis de Tilápia do nilo (n=3) e composição centesimal (% de matéria seca) das dietas experimentais.

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade aparente de dietas farinha de torta de azeitona em substituição ao milho para juvenis de Tilápia do nilo.

Tabela 4. Valores médios de desempenho de Tilápia do nilo recebendo dietas contendo diferentes quantidades de farinha de torta de azeitona em substituição a farinha de soja.

Tabela 5. Perfil lipídico plasmático de tilápia do nilo e atividades específicas de protease, lipase e amilase (mU mg de proteína⁻¹) em seções do intestino médio de Tilápia do nilo recebendo dietas contendo diferentes quantidades de farinha de torta de azeitona em substituição a farinha de soja.

Table 6. Composição química do peixe inteiro de Tilápia do nilo recebendo com dietas contendo diferentes quantidades de farinha de torta de azeitona (FTA) em substituição a farinha de soja.

Table 7. Composição centesimal, pH, cor e rendimento do filé de juvenis de tilapia do Nilo recebendo dietas contendo diferentes quantidades de farinha de torta de azeitona em substituição a farinha de soja.

Tabela 8. Composição de ácidos graxos (expresso em percentagem dos ácidos graxos totais) de *Oreochromis niloticus* no peixe inteiro recebendo dietas contendo diferentes quantidades de farinha de torta de azeitona em substituição a farinha de soja.

Tabela 1. Composição (% de matéria seca) de farinha de torta de azeitona (FTA).

Composição (%)	OCM ¹
Matéria Seca (%)	92.34±0.28
Proteína (%)	9.76±0.13
Lípidios (%)	10.84±0.19
Cinzas (%)	0.17±0.01
Fibra Bruta(%)	30.01±1.41
Fibra detergente ácido	47.64±1.81
Fibra detergente neutras	58.52±1.90
Posforo (%)	116.00±12.02
Ferro (ppm)	5.95±0.12
Potássio (%)	1361.21±35.05
Energia (kJ g ⁻¹)	20.36±17.01
	<i>Fatty acids</i>
Palmitico (%)	13.80±0.02
Estearico (%)	3.58±0.11
Araquidônico (%)	0.23±0.03
Oleico (%)	60.30±0.75
Palmitoleico (%)	1.32±0.05
Eicosenoico (%)	0.43±0.03
Linoleico (%)	15.21±0.85
Linolênico (%)	0.98±0.53
Saturados	17.61±0.63
Monoinsaturados	62.05±0.85
Polinsaturados	16.19±0.93

Tabela 2. Formulações de dietas referência e experimentais para determinação dos coeficientes de digestibilidade em juvenis de Tilápia do nilo (n = 3) e composição centesimal (% de matéria seca) das dietas experimentais.

Dietas	Referencias			
	Controle	FTA1	FTA2	FTA3
Ingredientes				
Farinha de soja	272.15	244.93	231.32	190.50
Farinha de Milho	181.50	181.50	181.50	181.50
Farinha de peixe ¹	33.34	33.34	33.34	33.34
Farinha de Carne e osso ²	47.87	47.87	47.87	47.87
Farinha de visceras ³	150.00	150.00	150.00	150.00
Óleo de soja	1.82	1.82	1.82	1.82
Quirela de arroz	300.00	300.00	300.00	300.00
Calcáreo calcítico	1.07	1.07	1.07	1.07
Fosfato bicálcico	2.49	2.49	2.49	2.49
Premix Vitaminico*	2.00	2.00	2.00	2.00
Premix Mineral**	2.00	2.00	2.00	2.00
Sal	5.00	5.00	5.00	5.00
Antioxidante (BHT)	0.30	0.30	0.30	0.30
Antifungico	0.50	0.50	0.50	0.50
Ingrediente Teste FTA	-----	27.21	40.82	81.64
<i>Composição aproximada</i>				
Materia Seca	92.48	92.92	92.99	93.46
Proteína	31.49	30.49	30.42	30.19
Lípidios	3.27	3.88	3.49	3.23
Cinzas	7.39	6.68	6.67	6.96
Oxidos de Cromo	0.80	0.80	0.90	0.90
Fosforo	1.10	1.10	1.30	1.2
Energia(kJ.g ⁻¹)	13.01	13.12	13.11	13.04
<i>Aminoácidos essenciais</i>				
Isoleucina	1,4	1,6	2,0	2,2
Leucina	2,6	1,5	1,6	1,4
Lisina	1,4	1,6	1,5	1,4
Metionina	0,6	0,7	1,4	1,5
Fenilalanina	1,6	2,0	1,7	1,7
Treonina	1,1	1,2	1,1	1,7
Triptofano	NS	NS	NS	NS
Valina	1,7	1,6	1,7	1,5
Arginina	1,3	1,3	1,1	1,3
Histidina	4,7	4,4	4,2	4,2
<i>Aminoácidos Não-essenciais</i>				

Alanina	3,2	3,0	3,2	2,6
Aspartato	0,6	0,7	0,6	0,7
Cisteína	5,7	5,5	5,5	4,6
Acido glutamico	1,0	0,9	0,9	1,1
Glicina	2,0	1,9	1,3	1,1
Prolina	0,6	0,6	0,8	0,8
Serina	1,1	1,0	1,1	1,3
Tirosina	0,5	0,5	0,4	0,6
Taurina	0,4	0,4	0,3	0,4
MET+CYS (%)	6,4	6,1	6,9	6,1
PHE+TYR (%)	2,2	2,5	2,1	2,4

¹Farol Ind LT fish meal, Concórdia – SC, Brazil (CP:620.0g kg-1 DM; CF: 99.0g kg-1 DM).

²Patense Ind LT, Itaúna - MG – Brazil (CP:400.0g kg-1 DM; CF: 99.0g kg-1 DM).

³Patense Ind LT, Itaúna - MG – Brazil (CP:600.0g kg-1 DM; CF: 99.0g kg-1 DM)

*Vitamin mix mineral mixture (g per kg diet) Thiamine, 20 mg; Riboflavin, 20 mg; Pyridoxine, 10 mg; Nicotinic acid, 100 mg; Calcium Pantothenate, 50 mg; Biotin, 1 mg; folacin, 5 mg; Inositol, 500 mg; Vitamin E, 50 mg; Vitamin A, 2 mg; Vitamin B12, 0.02 mg; Vitamin K3, 10 mg; Vitamin D3, 0.05 mg; Agromix Animal Nutrition, São Paulo, Brazil.

**Mineral mixture (g per kg diet) ZnSO₄•7H₂O, 525.5 mg; MnSO₄•H₂O, 49.2 mg; KI, 5.23 mg; FeSO₄•7H₂O, 238.8 mg; MgSO₄•7H₂O, 4.62 g; CuSO₄•5H₂O, 11.8 mg; CoCl₂•6H₂O, 0.2 mg; Na₂SeO₄, 0.66 mg; KCl, 600 mg; NaCl, 107.1 mg; Agromix Animal Nutrition, São Paulo, Brazil,

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade aparente de dietas farinha de torta de azeitona em substituição ao milho para juvenis de Tilápia do nilo.

Coeficientes de digestibilidade aparente	Coeficientes			
	Controle*	FTA1*	FTA2*	FTA3*
Materia seca	95.90±0.57 ^B	96.90±0.02 ^{BA}	97.90±0.02 ^A	95.90±0.02 ^B
Proteína	97.23±1.13 ^A	97.90±0.80 ^A	96.40±1.05 ^{AB}	92.83±1.92 ^B
Lípidios	92.81±0.17 ^C	96.13±0.20 ^B	97.13±1.42 ^A	98.13±0.90 ^A
Energia	95.60±2.02 ^{NS}	94.16±1.74 ^{NS}	97.50±0.50 ^{NS}	94.46±0.89 ^{NS}

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test.

In the same line, different uppercase letters indicate significant differences between dietary treatments (P<0.05).

*Controle sem farinha de torta de azeitona, FTA1= 10% de farinha de torta de azeitona, FTA2= 15% de de farinha de torta de azeitona e FTA3= 30% de de farinha de torta de azeitona.

Tabela 4. Valores médios de desempenho de tilápia do Nilo recebendo dietas contendo diferentes quantidades de farinha de torta de azeitona em substituição a farinha de soja.

Variáveis	Controle*	FTA1*	FTA2*	FTA3*
Peso inicial(g)	55.80±0.05 ^{NS}	55.10±0.01	55.70±0.1	52.60±0.01
Peso final (g)	168.30±0.37 ^C	163.80±0.52 ^D	177.06±0.55 ^B	191.62± 0.45 ^A
Ganho de peso(g)	1124.8±4.16 ^C	1066.00±5.14 ^D	1203.2±6.08 ^B	1345.6± 4.58 ^A
Ganho de peso (g/kg/dia)	19.3± 0.04 ^C	18.55b ± 0.06 ^D	19.80±0.10 ^B	20.80± 0.05 ^A
Ganho de peso (%PMI)	201.3a ± 0.9 ^C	186.47 ± 0.83 ^D	212.0 ± 1.32 ^B	235.8± 0.81 ^A
Consumo de ração (gMS/kg/dia)	18.16± 0.11 ^A	16.46±0.09 ^B	15.8b ± 0.15 ^C	16.03± 0.19 ^C
Conversão alimentar	0.94± 0.01 ^A	0.98 ± 0.01 ^A	0.86± 0.01 ^B	0.85 ± 0.01 ^B
Eficiência alimentar	1.10± 0.01 ^B	1.10 ± 0,01 ^B	1.26± 0.05 ^A	1.30±0.01 ^A
Taxa de crescimento específico (%dia)	2.12± 0.01 ^C	2.00 ± 0,01 ^D	2.20± 0.01 ^B	2.30 ± 0.01 ^A
Índice de crescimento diário	3.26 ± 0.01 ^C	3.11± 0.01 ^D	3.40± 0.01 ^B	3.70± 0.01 ^A
Taxa de eficiência protéica	3.36± 0.05 ^D	3.70± 0.02 ^C	4.10± 0.01 ^B	4.30± 0.01 ^A
Sobrevivência	100	100	100	100
HSI(%) ²	2.59±0.37 ^B	2.99±0.82 ^A	2.61±0,84 ^C	2.34±0.65 ^D
VSI(%) ²	14.93±1.84 ^A	14.08±1.72 ^A	12.20±1.27 ^{AB}	9.65±3.76 ^B

^{NS}Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test.

Table in the same row with different letters indicate a significant difference (P < 0,05).

*Controle sem farinha de torta de azeitona, FTA1= 10% de farinha de torta de azeitona, FTA2= 15% de de farinha de torta de azeitona e FTA3= 30% de de farinha de torta de azeitona.

²HSI = Índice hepatossomático. ³VSI = Índice viscerossomáticos.

Tabela 5. Perfil lipídico plasmático de tilápia do nilo e atividades específicas de protease, lipase e amilase (mU mg de proteína⁻¹) em seções do intestino médio de Tilápia do Nilo recebendo dietas contendo diferentes quantidades de farinha de torta de azeitona em substituição a farinha de soja.

Variáveis ¹	Controle*	FTA1*	FTA2*	FTA3*
<i>Atividade das enzimas digestivas</i>				
Protease	16.49±5.53	9.57±6.66	15.35±4.05	21.63±11.95
Lipase	0.85±0.49 ^B	0.46±0.30 ^B	0.66±0.31 ^B	1.64±0.70 ^A
Amilase	562.62±147.4	322.01±150.74	463.62±84.02	502.20±96.34
<i>Análises de Sangue mmol.L⁻¹</i>				
Colesterol (mmol.L ¹)	3.67±0.60	3.61±0.46	3.71±0.71	4.30±0.96
Triglicerídeos (mmol.L ¹)	0.92±0.17 ^B	1.08±0.20 ^B	1.60±0.15 ^A	1.77±0.40 ^A
HDL (mmol.L ¹)	0.35±0.04 ^A	0.30±0.03 ^{AB}	0.26±0.04 ^B	0.37±0.06 ^A
LDL (mmol.L ¹)	1.07±0.25 ^A	0.74±0.13 ^B	0.92±0.19 ^{AB}	1.07±0.13 ^A
VLDL (mmol.L ¹)	0.18±0.01 ^B	0.24±0.01 ^A	0.27±0.01 ^A	0.27±0.02 ^A

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test. In the same line, different uppercase letters indicate significant differences between dietary treatments (P<0.05).

*Controle sem farinha de torta de azeitona, FTA1= 10% de farinha de torta de azeitona, FTA2= 15% de de farinha de torta de azeitona e FTA3= 30% de de farinha de torta de azeitona.

Tabela 6. Composição química do peixe inteiro de Tilápia do nilo recebendo com dietas contendo diferentes quantidades de farinha de torta de azeitona (FTA) em substituição a farinha de soja.

Variáveis ¹	Controle	FTA1	FTA2	FTA3
Materia seca	72.49±0.92	72.43±1.81	70.77±0.36	71.01±1.09
Proteína	13.55±0.93	14.94±1.40	14.00±1.54	14.25±0.77
Lípidios	7.64±0.78	6.65±0.46	7.34±0.84	7.30±0.87
Cinzas	3.68±0.24	4.64±1.30	4.59±0.40	4.21±1.49

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test.

*Controle sem farinha de torta de azeitona, FTA1= 10% de farinha de torta de azeitona, FTA2= 15% de de farinha de torta de azeitona e FTA3= 30% de de farinha de torta de azeitona.

Tabela 7. Composição centesimal, pH, cor e rendimento do filé de juvenis de Tilápia do nilo recebendo dietas contendo diferentes quantidades de farinha de torta de azeitona em substituição a farinha de soja.

Variáveis ¹	Controle*	FTA1*	FTA2*	FTA3*
Materia seca	79.92±2.15	79.67±2,24	79.98±1.28	80.30±0.55
Proteína	16.63±1.77	16.46±1.79	15.92±0.94	15.14±2.28
Lípidios	0.79±0.36 ^B	0.80±0.31 ^B	0.74±0.28 ^B	1.39±0.23 ^A
Cinzas	0.68±0.21	0.70±0.22	0.63±0.09	0.56±0.19
pH _{inicial}	6.69±0.11 ^A	6.66±0.21 ^B	6.11±0.12 ^A	6.45±0.12 ^{AB}
pH _{final}	5.93±0.16	6.16±0.19	6.04±0.15	6.07±0.12
L*	54.18±1.71 ^A	54.12±4.51 ^A	59.35±1.62 ^B	53.92±1.37 ^A
a*	3.06±1.11 ^A	4.33±1.67 ^B	2.56±0.92 ^A	0.71±1.68 ^B
b*	13.10±1.51	11.75±2.00	13.61±1.39	11.80±2.43
Rendimento	32.85±1.67 ^A	29.83±2.81 ^{AB}	29.00±3.31 ^{BC}	26.41±3.20 ^C

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test.

*Controle sem farinha de torta de azeitona, FTA1= 10% de farinha de torta de azeitona, FTA2= 15% de de farinha de torta de azeitona e FTA3= 30% de de farinha de torta de azeitona.

Tabela 8. Composição de ácidos graxos (expresso em porcentagem dos ácidos graxos totais) de Tilápia do nilo no peixe inteiro recebendo dietas contendo diferentes quantidades de farinha de torta de azeitona em substituição a farinha de soja.

Ácidos graxos ¹	Controle*	FTA1*	FTA2*	FTA3*
C14:0	4,66+1,25 ^B	6,56+0,15 ^{AB}	6,26+0,80 ^{AB}	7,60+0,85 ^A
C16:0	22,11+0,65	21,30+0,98	22,73+0,25	21,86+0,80
C16:1n-7	5,28+0,11 ^A	3,86+0,46 ^B	4,63+0,45 ^{AB}	4,50+0,51 ^{AB}
C18:0	6,54+0,11 ^B	6,93+0,45 ^B	7,13+0,30 ^B	8,63+0,76 ^A
C18:1n-9t	36,73+0,77 ^A	28,66+1,16 ^B	31,03+2,54 ^B	31,33+0,40 ^B
C18:1n-9c	0,46+0,06 ^D	5,56+0,15 ^A	4,90+0,43 ^B	4,16+0,20 ^C
C18:2n-6t	0,33+0,06 ^B	0,73+0,15 ^A	0,50+0,10 ^{AB}	0,60+0,10 ^{AB}
C18:2n-6c	11,27+0,46 ^A	11,03+1,04 ^{AB}	10,86+1,19 ^{AB}	9,30+0,87 ^B
C20:0	0,54+0,57	1,16+0,11	0,76+0,11	0,86+0,05
C20:1	1,79+0,20	1,16+0,11	0,76+0,11	0,86+0,05
C18:3n-3	0,63+0,15 ^B	1,40+0,36 ^A	0,93+0,32 ^{AB}	1,03+0,25 ^{AB}
C20:2	0,31+0,34 ^C	1,86+0,06 ^A	1,23+0,15 ^B	1,13+0,11 ^B
C22:0	0,42+0,17 ^B	3,23+0,15 ^A	3,13+0,11 ^A	2,93+0,15 ^A
C20:3n-6	1,00+0,01 ^B	1,36+0,15 ^A	0,86+0,16 ^B	1,03+0,12 ^B
C20:4n-6	1,83+0,06	2,53+0,08	1,63+0,15	1,80+0,17
C22:6n-3	1,60+0,10	2,30+0,36	2,00+1,05	1,86+0,21
Σn-6	14,64+0,40 ^A	15,65+1,03 ^A	13,85+1,05 ^B	12,73+0,90 ^B
Σn-3	2,23+0,20 ^B	3,70+0,45 ^A	2,93+0,86 ^A	2,89+0,32 ^A
Σn-6/Σn-3	6,56+0,31	4,22+0,73	4,73+0,95	4,40+0,62
DHA ²	1,60+0,10	2,30+0,36	2,00+1,05	1,86+0,21
PUFA ³	16,87+0,60 ^B	19,35+1,48 ^A	16,78+1,91 ^B	15,62+1,22 ^B

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test. In the same line, different uppercase letters indicate significant differences between dietary treatments (P<0.05). ²EPA eicosapentaenoic acid (20:5n-3), DHA docosahexaenoic acid (22:6n-3). ³PUFA polyunsaturated fatty acids

*Controle sem farinha de torta de azeitona, FTA1= 10% de farinha de torta de azeitona, FTA2= 15% de de farinha de torta de azeitona e FTA3= 30% de de farinha de torta de azeitona.

**ARTIGO 3 TORTA DE MAMONA DESINTOXICADA NA
ALIMENTAÇÃO DE TILÁPIA DO NILO EM SUBSTITUIÇÃO AO
FARELO DE SOJA: O DESEMPENHO E CRESCIMENTO, ENZIMAS
DIGESTIVAS, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA
CARNE**

Renato Silva Leal^{a*}, Raquel Tatiane Pereira^b, Rui Magalhães^d, Maria Emíla de Sousa Gomes Pimenta^a, Carlos José Pimenta^a, Helena Peres^{d*}

^aDepartment of Food Science, Campus Lavras, Federal University of Lavras (UFLA), 37200-000-Minas Gerais, Brazil.

^bDepartment of Animal Science, Campus Lavras, Federal University of Lavras (UFLA), 37200-000-Minas Gerais, Brazil.

^dInterdisciplinary Centre for Marine and Environmental Research (CIIMAR/CIMAR), University of Porto, 4050-123-Porto, Portugal.

Versão redigida de acordo com as normas da revista Aquaculture

* Corresponding authors: E-mail address: renato.quimicaufila@hotmail.com (R. S. Leal); pereshelena@ciimar.up.pt (M. H. T. R. M. Peres).

RESUMO

A principal utilização da farinha de torta de mamona (FTM) está limitado a adubação orgânica, não sendo utilizado na alimentação animal devido a presença da toxina ricina. Com o processo de detoxicação da torta de mamona, removendo e inativando esses compostos, a sua utilização apresenta um potencial vantajoso como ingrediente de ração animal. Dois ensaios foram conduzidos, sendo um de digestibilidade e um de crescimento, para avaliar os coeficientes de digestibilidade aparente (ADCs) dos nutrientes e seus efeitos sobre o desenvolvimento dos peixes; qualidade de carcarça, filé e atividade das enzimas digestivas em juvenis de Tilápias do nilo. Digestibilidade FTM foi determinada com base na substituição de 10, 15 e 30% de farinha de torta de mamona (FTM) uma dieta de referência (32% de Proteína, 3.5% lipídio). ADCs de proteína (82-95%) e lipídios (79-92%) apresentaram uma diminuição ao incluir FTM nas dietas. As variáveis de crescimento apresentaram uma pequena redução com o aumento nos níveis de inclusão de FTM. A qualidade química da carcarça apresentaram diferenças significativas na porcentagem de umidade e cinzas, também nos filés observou uma redução do valor proteico e um aumento na porcentagem lipídios com o aumento de FTM. A atividade da enzima digesta protease não apresentaram diferenças significativa, já a lipase e amilase aumentaram significativamente com inclusão de FTM. Globalmente, conclui-se que a composição da torta de mamona em estudo, não comporta condições alimentares suficientes para as tilápias uma vez que contém em sua composição proteínas e fibras em um nível superior ao indicado, energia e outras vitaminas em nível inferior. Podendo, portanto, ser utilizada apenas como composição complementar na alimentação de tilápias.

Palavras-chave: Digestibilidade, ricina, alimento vegetal, enzimas digestivas, subprodutos.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da produção de peixe na aquicultura intensiva tem um grande desafio para produzir peixes com alta qualidade e minimizar todas as barreiras econômicas atribuídas às flutuações do setor agrícola e, portanto, um longo caminho para manter esta produção de crescimento e utilização de alimentos alternativa sustentável (FAO de 2014).

Tilápicultura é amplamente praticada em muitas regiões tropicais e subtropicais do mundo. A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie mais distribuída e comercialmente cultivada em todo o mundo (El-Sayed, 2006). Tilápia do Nilo é um peixe onívoro, com baixo pH do estômago e um sistema digestivo muito longo que permite a digestão mais eficaz de material vegetal que a maioria das espécies de peixes (Rodrigues et al., 2012).

As várias enzimas que têm sido relatados em Tilápia do Nilo, incluindo amilase, protease e lipase aumenta a sua capacidade de utilizar uma ampla variedade de alimentos, incluindo insetos e farinhas vegetais (Tengjaroenkul et al., 2000). No entanto, a produção de peixes onívoros ainda é dependente de dietas ricas em proteínas e energia, fornecidas principalmente por farinha de soja. Fontes de energia à base de subprodutos de origem vegetal já estão a ser utilizados como alternativas a soja para dietas para espécie de peixes onívoros de (FAO, 2014).

Entretanto, as dietas proteicas baseada em ingredientes alternativos substituídos totalmente, induzem redução do consumo de ração e eficiência alimentar e pode causar problemas intestinais, tradicionalmente associados com antinutricional presente em plantas (Balasundram et al., 2006).

Subprodutos da agroindústria têm um potencial atraente como fonte de energia e proteínas (Cremades et al, 2003; Shahidi e Synowiecki, 1991). Muitas investigações tem relatado um grande potencial em utilizar a torta de mamona como complemento nutricional na alimentação animal. Contudo, os fatores

antinutricionais (fitatos), compostos tóxicos (ricina) presente nesse subproduto geram desvantagens em sua utilização (Martinez-Herrera et al. 2006).

A principal utilização da torta de mamona está limitada a adubação orgânica. Sendo impedida na alimentação animal, devido a presença da toxina ricina, que atua impedindo a síntese proteica celular causando a morte celular, isso é devido a ligação da cadeia B com os glicolipídeos e glicoproteínas, essa ligação facilita a entrada na célula e o transporte entre células, com a formação de endossomas. A endossomas com a ricina pode ser transportado a várias organelas celulares, podendo causar principalmente a síntese proteica (Baldoni et al. 2011).

Com o processo de detoxicação da torta de mamona, removendo e inativando esses compostos, a sua utilização apresentará um potencial vantajoso como ingrediente de ração animal.

Os processos de detoxicação da torta de mamona, utilizados até o momento, realizam etapas com compostos químicos, temperaturas elevadas e pressão (Anandam et al. 2005).

Portanto, é de grande valia utilizar subprodutos agroindustrial na alimentação das Tilápia do Nilo. Estes subprodutos apresentam uma composição nutricional de qualidade e baixo custo, levando uma redução no custo das dietas tornando-as mais competitivas na indústria de alimentos em relação aos outros peixes, tornando a aquicultura sustentável (Jones et al. 2014).

Sendo assim, está pesquisa foi realizada para avaliar a digestibilidade, crescimento, a qualidade da carne, as enzimas digestivas e os parâmetros sanguíneos de juvenis de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos a dietas contendo diferentes quantidades de farinha da torta de mamona desintoxicada (FTM) em substituição ao farelo de soja.

2. MATERIAL E METODOS

2.1. Desintoxicação da torta de mamona

A farinha da torta de mamona desintoxicada (FTM) utilizada neste estudo foi tratada acordo o processo desenvolvido por Monteiro et al. (2012), utilizando reações oxidativas tipo Fenton.

2.2. Dietas Experimentais

Uma dieta de referência (controle) foi formulada para conter 31,49 g/100g de proteína, 3,27 g/100g de lipídios. Farelo de soja e o milho foram usados como fontes de proteína e energia nessa dieta, o amido gelatinizado de quirera de arroz como fonte de carboidratos. Três outras dietas foram formuladas numa mistura de 10, 15 e 30% de torta de mamona desintoxicada (FTM) do em substituição ao milho. Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentados a composição química de torta de mamona desintoxicada (FTM) e a das dietas experimentais respectivamente.

Em resumo, foram elaboradas 4 dietas: controle sem torta de mamona desintoxicada, FTM 1= 10% de torta de mamona desintoxicada, FTM 2= 15% de torta de mamona desintoxicada e FTM 3= 30% de torta de mamona desintoxicada.

As etapas de elaboração, produção e extrusão das dietas foram realizadas na Fábrica de Rações do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. O equipamento utilizado consistiu de um moinho de facas (Inbramaq®, São Paulo, Brasil) e um misturador em forma de Y, com capacidade de 40 quilos. A extrusão das dietas foi realizada em uma extrusora Extrucenter, modelo MAB 400S com rosca sem fim, injeção de vapor e alta pressão no condicionador, atingindo uma temperatura média de 120 °C, necessária para garantir a extrusão. Cada dieta recebeu a temperatura e pressão específica necessárias para assegurar o mesmo grau de gelificação do amido e a

sua extrusão. A temperatura média dos pellets na saída do extrusor foi de 75.0°C, conforme estabelecido por Morken et al. (2011).

A peletização foi realizada em um granulador Calibras, com a adição de vapor e de água e uma capacidade de processamento de 300 a 500 kg.hora⁻¹. As dietas foram sedimentadas na esteira rolante Extrucenter de ar seco e armazenada a -20°C, até à sua utilização. Além disso, uma parte da dieta foi suplementada com 1,0% óxido crômico (Cr₂O₃) como marcador de fecal inerte, para determinar a digestibilidade do subproduto.

2.3 Fase Pré-experimental

Os alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foram produzidos pela Piscicultura Igarapé Co., Belo Horizonte, Brasil e cultivadas, até atingirem a fase de juvenil, em hapas montadas em um tanque de alvenaria, por um período de duas semanas para adaptação à dieta controle e crescimento.

2.4 Ensaio de digestibilidade

O ensaio de digestibilidade foi realizado no Laboratório de Nutrição de Peixes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Brasil. O protocolo de manejo foi realizado por cientistas treinados (seguindo recomendações FELASA categoria C), de acordo com a Diretiva da União Europeia (2010/63/UE) relativo à proteção dos animais para fins científicos.

A pesquisa foi conduzida em um sistema experimental com recirculação de água termo-regulado, equipado com 12 tanques de fibra de vidro com capacidade de 200 litros, cada um com uma coluna de decantação de fezes ligado à saída, projetado de acordo com Cho et al. (1982). Durante o ensaio, a água de fluxo foi fixada em cerca de 8,2 L/min por tanque. A temperatura média da água foi 28°C, e o oxigênio dissolvido foi mantido acima da saturação de 70%.

Dez tilápias do nilo com um peso médio inicial de 100g, foram colocadas em cada tanque e deixou-se adaptar às condições experimentais por 10 dias. Durante este período, os peixes foram diariamente alimentados com a dieta controle. Depois disso, as dietas experimentais foram aleatoriamente distribuídas, sendo que cada uma foi atribuída a três unidades experimentais (tanques). Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 9.30h e 16.30h, até a saciedade aparente. Os peixes foram adaptados às dietas durante 7 dias e, em seguida, começaram a receber as dietas contendo óxido de crômico. A coleta das fezes acumuladas em cada coluna de decantação foi feita diariamente por 24 dias, antes da refeição da manhã. Depois foram centrifugadas a 3000 x g, e armazenados a -20°C até a análise. Trinta minutos após a refeição da tarde, tanques, tubos, e colunas de sedimentação foram completamente limpos para remover o excesso de dietas e de fezes. As fezes recolhidas durante o período de amostragem foram reunidas para cada tanque.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (ADCs) da proteína, dos lípidios, da matéria seca, e a energia das dietas foram determinados pela seguinte fórmula (Bureau et al.1999):

$$ADC \text{ (dieta)} = 1 - \left[\frac{\text{Cr2O3 na dieta} \times \text{nutriente na fezes ou energia}}{\text{Cr2O3 na feze} \times \text{nutriente na dieta ou energia}} \right] \times 100$$

2.5 Ensaio de Desempenho

Após o período de adaptação, 480 juvenis de Tilápia do Nilo com peso inicial de $56,0 \pm 1,2$ g foram distribuídos aleatoriamente em 12 tanques-redes de 1,0 m³, perfazendo um total de 40 alevinos em cada unidade experimental. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (diferentes dietas) e 3 repetições.

As dietas experimentais foram também aleatoriamente distribuídas, sendo que cada dieta (controle, FTM1, FTM2, FTM3) foi fornecida a 3 tanques-redes.

Os peixes foram alimentados “*ad libitum*”, duas vezes ao dia, seis dias por semana, resultando em 56 dias de experimento. Receberam cerca de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, sendo que foi considerado como o início do período de luz, às 6 da manhã.

Diariamente monitorou-se a sobrevivência, sendo que, na ocorrência de mortalidades estas foram anotadas.

Semanalmente foram monitorados os seguintes parâmetros da água: temperatura ($22,5 \pm 4,3^{\circ}\text{C}$), pH ($6,7 \pm 0,4$), oxigênio ($5,7 \pm 1,4$ mg/l) e amônia ($5,4 \pm 1,3$ mg/l). Estes foram considerados adequados para cultivo da espécie (Furuya et al. 2014). Além disso, ao final de cada semana pesou-se a ração para obtenção do consumo.

Completando 56 dias, os peixes foram pesados e todas as variáveis utilizados para avaliar o desempenho foram obtidos, conforme as equações descritas por Wang et al. (2007):

Ganho de peso (% PMI) = $(\text{peso final} - \text{peso inicial}) \times 100 / \text{peso inicial}$.

Ganho de peso ($\text{g kg PMDE}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$) = $((\text{PMF} - \text{PMDE}) \times 1000) / (\text{PMF} \times 56 \text{ dias})$.

Taxa de crescimento específico ($\%, \text{dia}^{-1}$) = $\{(\text{Ln}(\text{peso final}) - \text{Ln}(\text{peso inicial})) / \text{duração} (56 \text{ dias})\} \times 100$.

Consumo de ração ($\text{g kg PMDE}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$) = $((\text{Consumo de ração (g matéria seca/peixe)} \times 1000) / (\text{PMDE} \times 56 \text{ dias}))$

Índice de crescimento diário = $100 \times [(\text{peso final})^{1/3} - (\text{peso inicial})^{1/3}] \times (\text{dia})$.

Conversão alimentar = $\text{ganho de peso vivo (g)} / \text{consumo de ração seca (g)}$.

Eficiência alimentar = $\text{Ganho de peso vivo (g)} / \text{Ingestão total (g)}$.

Taxa de eficiência protéica = $\text{Ganho de peso vivo (g)} / \text{ingestão de proteínas de matéria seca (g)}$.

Sobrevivência (%) = $100 \times (\text{número final de peixes} / \text{número inicial de peixes})$.

HSI = índice hepato-somático (peso do fígado/peso corporal) x 100

VSI= índice víscero-somático =(peso da viscera/pesocorporal) x 100

*¹PMI =Peso Médio Inicial

*²PMF= Peso Médio Final

*³PMDE = Peso Médio Durante O Experimento

2.6 Parâmetros sanguíneos e Atividade de Enzimas Digestivas

Após a coleta de dados para o ensaio de desempenho, os peixes continuaram a ser alimentados por mais cinco dias. Ao final desse período, separou-se aleatoriamente seis peixes por tanque-redes realizando-se a coleta de sangue por punção do vaso caudal, de acordo com Waterstrat et al. (2005). Os animais foram anestesiados com eugenol em água potável na concentração final de 30µL/L, a partir de uma solução de eugenol a 50% (v/v) em etanol hidratado.

Os peixes foram considerados anestesiados quando sua posição na água se tornou aleatória, com prevalência da posição dorsal e sem resposta corporal a estímulos externos. Para a coleta de sangue utilizou-se seringas lavadas com heparina sódica de uso farmacêutico.

Para reduzir as lesões provocadas pela coleta, foi utilizada uma agulha calibre de 0,3mm, normalmente utilizada para a aplicação de insulina.

Em seguida, os mesmos foram abatidos e, para tanto, utilizou-se o anestésico eugenol (50µL/L) e gelo por 30 segundos, conforme protocolo desenvolvido por Ross & Ross (1999). Após o sacrifício, as tilápias foram evisceradas e colocadas em uma bandeja com gelo.

Das vísceras, separou-se o trato digestivo e removeu-se cuidadosamente os tecidos conjuntivos aderentes. Em seguida, retirou-se 5 cm de intestino para avaliação da atividade de enzimas digestivas em peixes completamente alimentados, para evitar falhas devido aos efeitos do jejum, seguindo as

recomendações de Krogh e McKellep, 2005. Vale ressaltar, que para garantir que o intestino estivesse cheio no momento da amostragem, os peixes foram alimentados continuamente durante a coleta.

As seções do intestino foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido e depois armazenadas a -80°C até a medição da atividade enzimática.

2.6.1 Parâmetros Sanguíneos

Foram realizadas as seguintes análises lipoproteína de alta densidade (HDL-C), lipoproteínas de baixa densidade (LDL-C), lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL-C), colesterol total e triacilgliceróis. Utilizou-se o método colorimétrico enzimático, por meio dos "kit" da marca In Vitro Diagnostica ® código 10552 para colesterol, CAT: 10724 para triacilglicerol e CAT: 044 para HDL-c. Para determinação do colesterol total seguiu-se a metodologia proposta por Allain et al. (1974), onde a reação resulta na formação de cor vermelha, cuja intensidade é diretamente proporcional à concentração de colesterol na amostra. As leituras da absorbância foram realizadas em espectrofotômetro a $\lambda = 500 \text{ nm}$. Para a dosagem de HDLC, foi usada a metodologia proposta por Warnick et al. (1985), com o sistema de precipitação de lipoproteína. De acordo com este método, as lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL-c) e lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c) são precipitadas por ácido fosfotungstíco e cloreto de magnésio. Após a centrifugação da amostra, o colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidade (HDL-C) foi determinado no sobrenadante utilizando a metodologia para a medição do colesterol total (em mono-reagente concentração dobrado) descrito acima. O LDL-c foi determinada indiretamente pela fórmula: $\text{LDL-c} = \text{Colesterol total} - \text{HDL-c} - \text{triacilglicerol-5}$. Esta fórmula é citada por Mahan & Escott-Stump (1998) e Santos (2001). Para cálculo do VLDL-c no soro, foi utilizada a seguinte fórmula: $\text{VLDL-c} = \text{triacilglicerol-5}$. Os triacilgliceróis

foram determinadas seguindo a metodologia sugerida por Fossati & Prencipe (1982), utilizando um kit enzimático. As reações resultaram na formação de cor vermelha, cuja intensidade de cor é diretamente proporcional à concentração de triacilgliceróis na amostra. As leituras de absorvância foram realizadas da mesma maneira que para o colesterol total.

2.6.2 Atividade de enzimas digestivas

Para a medição da atividade enzimática, a seção do intestino foi homogeneizado em tampão resfriado com gelo (Tris-HCl a 100, 0,1 mM de EDTA e 0,1% de Triton X-100 (v / v), pH 7,8), centrifugado (30 000 xg; 30 min; 4 °C) e o sobrenadante resultante foi recolhido e armazenado a -80°C, até análise. Todas as atividades enzimáticas foram determinadas utilizando espectrofotômetro de varredura de microplacas PowerWavex (Bio-Tek Instruments, EUA). A atividade total de protease foi medida pelo método de hidrólise de caseína, a pH 8, utilizando 0,1 M de Tris-HCl como tampão, de acordo com Walter (1984) e adaptada por Hidalgo et al., (1999). O pH 8, foi escolhido uma vez que está dentro do pH fisiológico para a atividade de protease em tilápia do Nilo (Zhai & Liu, 2014). A mistura de reação contendo caseína (1% w/v; 0 125 ml), tampão (0, 125 ml) e o sobrenadante homogeneizado (0,05 ml), foi incubada durante 1 hora a 37°C e sendo interrompida pela adição de 0,3 ml de solução de ácido 65 tricloroacético (8% p/v). Depois de ser mantido durante 1 hora a 2° C, as amostras foram centrifugadas (1 800 x g; 10 min) e a absorvância foi lida a 280nm contra brancos. Os espaços em branco foram preparados por adição do sobrenadante a partir dos homogenatos após incubação. A solução tirosina foi usada para estabelecer uma curva de calibração. Uma unidade de atividade enzimática foi definida como a quantidade de enzima necessária para catalisar a formação de 1,0 umol de tirosina por minuto. Atividades de α -Amilase (EC 3.2.1.1) e de lipase (EC 3.1.1.3) foram

medidas com kits comerciais (Spinreact ref 41201 e ref 1.001.274, respectivamente.); a atividade enzimática foi expressa como a atividade específica; uma unidade (U) de atividade foi definida como nmol de produto gerado por minuto. A proteína solúvel foi determinada de acordo com Bradford (1976), tendo uma solução de albumina de soro bovino como padrão.

2.7. Caracterização química do Peixe Inteiro

Para caracterização química dos peixes inteiros de tilapias do Nilo de cada tratamento foram abatidos, utilizando-se o anestésico eugenol (50µL/L) e gelo por 30 segundos, conforme protocolo desenvolvido por Ross & Ross (1999), Após o sacrifício foram evisceradas, e imediatamente congeladas e armazenadas a -20°C até a realização das análises. Seis peixes foram amostrados aleatoriamente de cada tratamento no final do ensaio. Eles foram reunidos, moídos e liofilizados, e os teores de proteína bruta corporal, gordura bruta, umidade e conteúdo de cinzas determinado de acordo com métodos da AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 2000). Todas as análises foram feitas em triplicata.

2.8. Caracterização centesimal, pH, Cor e Rendimento do Filé

A Caracterização centesimal de seis filés para cada tratamento foi determinada em triplicata conforme descrito no AOAC (2000).

O pH muscular foi medido 4 horas pós-abate e um dia após abate utilizando-se um medidor de pH portátil (modelo Tec 11; Tecnal Instruments SA, São Paulo, Brasil) por inserção direta do eletrodo de vidro na parte mais espessa do músculo. O espectrocolorímetro (modelo CM-5, Konica Minolta, Japão) foi usado para medir a cor do filé de acordo com o sistema tricromático CIE L*, a* e b* sugerido por Alnahhas et al. (2014).

Para a análise de rendimento de filé (sem ossos e pele) utilizou-se os dois cortes laterais. Os peixes foram processados manualmente, com pesagem

das porções obtidas a partir do peixe inteiro. Foram utilizados os dados de rendimento, em relação ao peso total do peixe.

2.9 Análises químicas dos ingredientes, das dietas, das fezes e dos peixes e filé.

As análises químicas dos ingredientes, dietas, fezes peixes inteiros e filés foram realizadas como se segue: matéria seca, por secagem das amostras a 105°C até peso constante; matéria seca em peixes e filés foram determinados por liofilização (freeze sistema de secagem, Liotop, modelo L101) cinzas, por incineração num forno de mufla a 450 ° C durante 16 horas; proteína (N x 6,25) pelo método de Kjeldahl, após digestão com ácido, utilizando a digestão e sistema para a determinação da proteína de neutralização dos gases / nitrogênio e esgotamento. (Tecnal Systems, Brasil; modelos TE-040/25-RP e TE-040/25-SE, respectivamente); lípidos de ingredientes e dietas por extração com éter de petróleo usando um sistema de Soxtec (Sistema determinação de lípidos, Tecnal, Brasil; extrator modelo TE-044/8), e nas fezes por um método gravimétrico (Folch et ai, 1957). Devido à quantidade limitada de amostra de fezes; energia bruta, por combustão direta de amostras em um calorímetro de bomba adiabática (SRPA Instruments, Moline, IL, USA; modelo PARR 1261); óxido crômico por digestão com ácido de acordo com Furukawa e Tsukahara (1966).

A análise de aminoácidos foi feito de acordo com Peres e Oliva-Teles (2009). Resumidamente, as amostras foram hidrolisadas durante 23 h com ácido clorídrico 6N a 110°C sob atmosfera de nitrogênio e derivatizado com reagente ftaldialdeído (OPA; Sigma) antes da separação por cromatografia líquida de Ultra desempenho (UPLC) num Sistema de Analise de Aminoácido de Fase Inversa Shimadzu (Shimadzu modelo de amostra auto SIL20A; Shimadzu bomba quaternária modelo LC20AT; detector Shimadzu modelo de RF-20A EX λ -350 nm EM-450 nm), equipado com uma coluna Shim-pack Amino-Na e uma

coluna Shim-pack ISC-30Na, usando as condições descritas por LLAMES et al., (1994). Padrões externos (Produção Sigma Co., número de lote 2114022) foram identificados picos cromatográficos, integrados e quantificados com o pacote de software LC-Solution Shimadzu, comparando com os padrões de aminoácidos conhecidos.

O teor de lípido total foi extraído primeiro seguindo homogeneização em clorofórmio/metanol (2:1,v/v) de acordo com Folch et al. (1957) e, em seguida, metilação para produzir ésteres de ácidos graxos (FAMES). Os ésteres resultantes da etapa de esterificação foram submetidos à análise de cromatografia em fase gasosa, equipamento GC 2010 SHIMADZU com detector de ionização de chama (FID), utilizando uma coluna capilar (100 m x 0,25 mm x 0,2µm). As seguintes condições cromatográficas utilizadas: Injetor: trabalhando no "split", com o uso de gás de arraste de hélio a uma taxa de fluxo de 1,0 ml.min⁻¹. Injetando amostra de 1µl com tempo de execução de 60 min. Coluna: temperatura inicial de 140 °C e manteve-se esta temperatura durante 5 minutos, elevando-se a uma taxa de 4°C min⁻¹ para 240°C. A coluna de fase estacionária compreenderá bis-cianopropilo polissiloxano. A identificação e quantificação dos ácidos graxos foram feitos por comparação dos tempos de retenção dos ésteres contidos no padrão Supelco 37 de componentes da mistura FAME (CRM47885 - CAS 75-09-2) com as amostras.

2.10. Análise estatística

Os dados foram apresentados como média ± erro padrão. Todos os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando um nível de significância de $P < 0,05$ para rejeição da hipótese nula. Testes de Tukey foram aplicados para determinar as diferenças entre as médias. Correlações lineares foram determinadas entre as variáveis e os conteúdos de farinha de casca de maracujá. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o

programa SPSS versão 20.0 (SPSS, Michigan Avenue, Chicago, IL, EUA) disponibilizado pela Faculdade de Ciências do Porto (FCUP).

3. RESULTADOS

3.1. Ensaio de digestibilidade

Os ADCs de umidade, proteína, lipídios e energia foram afetados pelas dietas, com ADCs de umidade sendo 91-97%, proteína 82-95%, lipídios 79-92% e 81-94% de energia (Tabela 3).

Os resultados de digestibilidade mostrou que a dieta FTM3 teve o menor valor ($P<0.05$) em termos de digestibilidade da matéria seca, enquanto outros tratamentos eram comparáveis. A digestibilidade da matéria seca, indicou que os juvenis de tilápia do nilo alimentados com dietas contendo até 15% FTM foram semelhante a dieta controle.

A digestibilidade de proteína e energia mostraram que a substituição de FTM nas dietas experimentais foram diferentes ($P<0.05$) a dieta controle; as dietas com FTM foram semelhantes entre si, mas apresentaram valores inferiores a dieta controle.

Para a digestibilidade de lipídeos a substituição de FTM por farelo de soja, houve uma redução de valor ($P<0.05$) nas dietas quando comparado com a dieta controle.

Os resultados de ADCs para FTM foram afetados absorção de nutrientes pela Tilápia do Nilo.

3.2. Desempenho e crescimento

Os resultados de desempenho são apresentados na Tabela 4. Peso final, ganho em peso, consumo de ração, conversão alimentar, taxa de eficiência alimentar, taxa de crescimento específico, o índice de crescimento diário, taxa de

eficiência protéica foi influenciado significativamente pela substituição do FTM em relação ao farelo de soja, e com o aumento da adição de FTM, resultou numa redução de índices zootécnicos quando em comparação com a dieta de controlo. Não houve efeito significativo das dietas sobre as variáveis taxa de sobrevivência. A HSI (%) e VSI (%) foi significativamente influenciado por tratamento, enquanto que, com a substituição de FTM em relação à farinha de soja, estes índices houve uma diminuição com o aumento em FTM.

3.3. Lipoproteína Plasmáticas

Lipoproteínas plasmáticas de tilápia alimentados com dieta substituindo o FTM, em relação à farinha de soja (controlo, 10, 20 e 30%) são indicadas como miligramas por decilitro (mg.dL⁻¹) de plasma e são apresentados na Tabela 5. Foram observadas diferenças significativas para o colesterol plasmático entre os tratamentos dietéticos, variando de 151,00, 184,16, 181,16 e 183,00 mg.dL⁻¹, respectivamente. Também para LDL e VLDL diferenças significativas foram observadas. Não foram observadas diferenças significativas para os triglicérides e HDL dentro os tratamentos dietéticos.

Contudo, os peixes alimentados com a dieta substituindo FTM em relação ao farelo de soja não mostraram efeitos que comprometeram sua saúde porque os parâmetros estavam próximo aos peixes que consumiram a dieta controle.

3.4. Atividade de enzimas digestivas

A atividade específica de enzimas digestivas no intestino de Tilápia do nilo são apresentados na Tabela 3. Atividades total de protease, lipase e amilase no intestino são apresentadas na (Tabela 5). Não foi observado diferença significativa para atividade de protease no intestino das tilapias do nilo entre as dietas ($p > 0,05$), enquanto que uma atividade ligeiramente mais elevado de lipase e amilase foi observado no intestino delgado entre os tratamentos ($p < 0,05$;

Tabela 5). Maior actividade de amilase (mU 1031,91 mg de proteína-1) foi observado na dieta contendo 30% de FTM (FTM3) e a maior atividade de lipase (2,12 mU mg de proteína-1) foi observado na dieta contendo 30% de FTM (FTM3).

3.5. Análises físico-químicas

Houve efeito significativo das dietas sobre peixe inteiro em variáveis de composição umidade, proteína, lípidios e cinza. Houve efeito significativo das dietas sobre a composição filé das variáveis umidade, proteínas, cinzas e lípidios (Tabela 6). A umidade para a composição do peixe inteiro foi significativamente maior ($P < 0,05$) em peixes alimentados com as dietas Controle e FTM2 do que nos peixes alimentados com as dietas FTM3. Em contraste, a porcentagem de cinzas foi mais elevada ($P < 0,05$) nos peixes alimentados com a dieta FTM3 seguida pela peixes alimentados com o tratamento FTM2 e FTM1. Não houve diferença ($P > 0,05$) na porcentagem de proteína e lípidios entre os tratamentos na composição do peixe inteiro (Tabela 6).

A composição de proteína para o filé, foi significativamente maior ($P < 0,05$) em peixes alimentados com as dieta controle e FTM2 que nos filé dos peixes alimentados com dietas FTM3. Em contraste, o teor de lípidios e cinzas foi maior ($P < 0,05$) nos filés de peixe alimentado com a dieta de tratamento FTM3. Não houve diferença ($P > 0,05$) encontradas na porcentagem de umidade entre os tratamentos para os filés dos peixes (Tabela 7).

Os resultados de qualidade de filé e rendimentos são apresentados na Tabela 7. O pH inicial, L^* , a^* , b^* e. foi influenciada de forma significativa para a substituição de FTM em relação à farinha de soja, e com o aumento da inclusão de FTM, houve uma alteração nos níveis de 10% a 20% e 30% comparado com o controlo de dieta. Não houve efeito significativo das dietas sobre a variável pH final.

4. DISCUSSÃO

A torta de mamona, subproduto do processo da extração de óleo da semente da mamona, possui alto teor proteico e aparece como alternativa para a alimentação animal.

Em alguns estudos a torta de mamona se fez relevante para alimentação animal, porém, poucos estudos observaram essa hipótese para alimentação de peixe, como a tilapia.

De acordo com Rostagno et al. (2011), o farelo de mamona tem, em média, na matéria natural, 39,2% de proteína bruta, 1,55% de extrato etéreo, 18,5% de fibra bruta, 0,62% de cálcio, 0,20% de fósforo disponível, 0,01% de sódio, 0,78% de lisina, 0,61% de metionina, 0,58% de triptofano, 1,13% de treonina, 3,21% de arginina, 1,78% de valina, 1,75% de isoleucina, 2,68% de leucina, 1,35% de fenilalanina e 1484 kcal de energia metabolizável por kg de farelo de mamona é uma consideração relevante para alimentação de peixe.

No entanto, não se pode deixar de considerar que a torta de mamona apresenta substâncias nocivas como a ricina, a ricinina e complexos alergênicos, precisando ser desintoxicado antes da utilização na alimentação animal. E por isso perde um pouco dessas características proteicas.

Os peixes formam suas gorduras a partir de outras gorduras, de carboidratos ou de proteínas ocorrentes nos alimentos. Ao contrário, as proteínas só podem ser formadas a partir de aminoácidos, obtidos pela quebra de proteínas ingeridas por aqueles animais, por isso devem consumir estes nutrientes para o suprimento contínuo de aminoácidos.

Oliveira et al. (2006) testaram diferentes métodos de detoxificação e encontraram a remoção total da ricina da torta de mamona, utilizando 60g de óxido de cálcio diluídos em 10 partes de água para cada kg de torta de mamona.

Os autores destacam que além da detoxificação é necessário o conhecimento dos níveis nutricionais, dos teores de energia metabolizável e de digestibilidade dos seus nutrientes para alimentação de peixes.

Deve-se considerar que os peixes utilizam a energia da ração para manutenção do metabolismo, locomoção, reprodução e transformação da proteína oferecida na ração em carne, (crescimento em tecido muscular).

Logo para que a torta da mamona desintoxicado venha a ser indicada para alimentação de peixes, é necessário que atenda essas necessidades.

Além disso, as dietas podem influenciar negativamente no crescimento dos peixes cultivados, induzindo a deficiência em nutrientes, intoxicações ou facilitando a entrada de patógenos.

Já uma dieta bem balanceada não somente resulta numa alta produção como também fornece os nutrientes necessários à recuperação rápida de doenças ou ajuda o animal a vencer os efeitos do stress ambiental, tornando-se, assim, de importância para a produção desejada (Koch et al. 2016).

Logo, a alimentação adequada deve oferecer aos peixes proteínas, aminoácidos, gorduras (lipídios), carboidrato, fibras, vitaminas e minerais em suas dietas. Pois peixes necessitam de energia para crescimento, atividades físicas, processos digestivos, reprodução, regeneração dos tecidos e outros fins (NRC, 2011).

Pode-se formular uma dieta com as quantidades recomendadas de cada aminoácido, mediante a combinação de vários ingredientes (alimentos) nela usados. No entanto, frequentemente é necessária a adição de pequenas quantidades de aminoácidos puros, alguns dos quais são adquiridos a preços razoáveis (Koch et al. 2016).

Assim, a composição aproximada dos ingredientes usados nas rações para peixes deve ser conhecida, porque suas qualidades químicas e nutritivas são importantes para a eficiência das mesmas.

Nota-se que as tortas de mamona desintoxicado têm altos teores de proteínas, podendo chegar a 40% de proteínas, porém não ultrapassando os 49% de proteínas observado no farelo de soja. A torta de mamona pode chegar a 2,1% de gordura, contra 1,8% da soja. Sendo ainda deficiente em questão de lipídios. A torta de mamona chega ainda a 13% de carboidratos, muito abaixo dos 27% encontrados no farelo de soja, no entanto, se sobressai em fibras, chegando a 17% contra 4% encontrada na soja.

Esse valor pode ser prejudicial às tilápias do Nilo, uma vez que material fibroso, difícil de ser digerido pelos peixes, ocorre em quase todos os ingredientes básicos usados como alimentos para peixes (Amirkolaie et al. 2005). O corpo destes animais praticamente não metaboliza as fibras, então elas numa dieta servem, principalmente, como volume e, talvez em alguns casos, como fonte de energia (Bremer et al. 2003). Em rações peletizadas servem como material aglutinante. Na formulação de dietas para peixes alguns nutricionistas insistem que o teor de fibras deve ser menor do que 10% (NRC, 2011).

A torta de mamona também apresenta menos umidade que a torta de soja, mais cinzas ultrapassando a 8% contra os 5% da soja e menos calorias por kilos, pois enquanto a soja conquista 2840 de energia líquida disponível a torta de mamona somente conquista o patamar de 1850 Kcal/kg, com isso a energia/proteína da torta de mamona também se torna menor, apresentando 4,7% contra 5% da soja (Severino, L. S. 2005).

Considerando que uma dieta balanceada, contendo todos os nutrientes, requeridos pelos peixes em cultivo, em quantidades e nas devidas proporções, acarretará, aos mesmos, boa saúde, elevadas taxas de sobrevivência e crescimento e boa produção (Koch et al. 2016).

E principalmente considerando que uma dieta com teor energético inferior ao requerido pelos peixes, acarretará nos mesmos, retardamento ou cessação do crescimento, inclusive do esqueleto, perda de peso, inferior

eficiência reprodutiva, aumento na mortalidade e diminuição da resistência aos parasitas e doenças (Koch et al. 2016).

Há recomendações de 28% de proteínas, com mínimo de 22% e máximo de 35%, para dietas (peletizadas ou granuladas) destinadas à piscicultura intensiva. No caso de Tilapias, esse valor pode ultrapassar a 42% (Furuya et al., 2014).

Os lipídios são importantes fontes de energia e os ácidos graxos são essenciais ao crescimento normal e sobrevivência dos peixes. Eles fornecem o veículo para a absorção de vitaminas lipossolúveis e outros compostos, como os esteróis. Os fosfolipídios e ésteres de esterois exercem papel importante na estrutura das membranas celulares e estão também envolvidos em muitos outros aspectos do metabolismo, como nos de muitos hormônios e esteroide. As longas cadeias de ácidos graxos poliinsaturados são precursoras de prostaglandinas em peixes. Os ácidos graxos presentes no corpo dos peixes caracterizam-se por conterem numerosas ligações duplas, em sua estrutura. As quantidades mínimas e os tipos de gorduras, necessários ao crescimento mais eficiente dos peixes, ainda não são bem conhecidos. As recomendações de vários pesquisadores em nutrição destes animais variam de 4 a 10% da dieta.

Estudos mostraram que quando os peixes são alimentados com dietas carentes em determinadas vitaminas, apresentam sintomas típicos de avitaminoses (Oliva-Teles, A. 2012). Motivo pelo qual somente a torta de mamona não cumpre com as necessidades dos peixes. Podendo ser usada na alimentação, mas agrupada com outros subprodutos que fortaleçam as necessidades de proteínas, vitaminas e energia necessária para uma boa nutrição dos peixes (Krogdahl et al. 2010)

Pesquisas mostraram que diversas vitaminas são necessárias à saúde, vida e crescimento dos peixes. Algumas são essenciais para determinadas espécies, mas não para outras. São compostos orgânicos requeridos em

quantidades bem pequenas, atuando como enzimas ou co-enzimas nos processos metabólicos, na maioria das formas de vida. Alguns organismos são incapazes de sintetizar as vitaminas (Webster, C.D. & Lim, C.E. (2002).

As vitaminas A e D contribuem para a formação do corpo, pois a primeira é necessária à síntese das proteínas e a segunda ao desenvolvimento dos ossos. A vitamina A assegura o crescimento normal, assim como a saúde e integridade do tecido epitelial. Finalmente, a D desempenha importante papel no metabolismo do cálcio e do fósforo. O caroteno e a vitamina A podem ser armazenados no fígado dos animais. Os principais componentes do grupo das vitaminas D, que incluem diversos biocatalizadores, são a D2 ou calciferol e a D3 ou delsterol. A primeira ocorre em vegetais e na levedura irradiada e a segunda no óleo de fígado de peixe (Webster, C.D. & Lim, C.E. (2002).

Em se tratando de vitaminas a torta de mamona, nos principais estudos sobre o assunto, apresentam níveis de vitaminas boas inferiores às necessárias e nível de vitaminas consideradas ruins aos peixes, em nível um pouco maior (Logato, 2000).

Conforme Rostagno et al. (2011), as tilapias são espécies de peixes que precisam de ainda mais cuidado na alimentação devido sua necessidade energética.

Como a torta de mamona oferece porcentagens inferiores de vitamina A e D, se comparada à soja, acredita-se que não seja uma boa proposta a substituição da soja pela mamona, mas pode haver uma mistura de ambos, de modo que essas vitaminas não façam falta as necessidades diárias dos peixes. Considerando que a carência é de vitamina A, por exemplo, os peixes apresentam crescimento retardado, infecções (principalmente nos epitélios) e deficiência reprodutiva. Quando é de vitamina D, surgem problemas de raquitismo e deformações ósseas (Aballa et al. 2008)

Outro fator observado é no que se referem aos minerais, pesquisas mostraram que níveis de Na e K acima do requerido pelos peixes, causam desorganizações metabólicas e baixo índice de crescimento, outro ponto de destaque a mamona, visto que oferece um nível maior de Na, podendo assim, interferir no crescimento das tilápias se administrado em grande quantidade.

Outro ponto a ser observado é a digestão nos peixes, que se faz sob a ação de diferentes enzimas digestivas, dentre elas as proteolíticas (endoproteases, exoproteases e peptidases), que apresentam atividades elevadas, superior ou igual a dos vertebrados onívoros (Tengjaroenkul et al 2000) . A digestão implica no fracionamento das proteínas, liberando os aminoácidos, assim como os carboidratos complexos são reduzidos a açúcares simples e as gorduras são hidrolisadas em mono ou di-glicerídeos, antes que os nutrientes sejam absorvidos no trato digestivo (Magalhães et al. 2015)

Logo, o valor nutritivo de um alimento não depende apenas do teor de nutrientes nele contidos, mas também da habilidade do animal em digerir e assimilar os nutrientes daquele. Nos peixes não há condições propícias para intensa atividade microbiana, devida à pequena capacidade do tubo digestivo e ao relativamente curto período de retenção dos alimentos, aliados às geralmente baixas temperaturas do meio que aqueles vivem (Lin et al. 2007)

Sobre esse fator, Logato (2000) destaca que a torta de mamona, não é das melhores para digestão dos peixes, tendo de ser consumida na dosagem 20 contra 80% (sendo 20% de torta de mamona e 80% de outro farelo ou torta ou resíduo). Assim os peixes consomem pouca torta de mamona, e absorvem somente as substâncias boas desse produto, não absorvendo em excesso de modo que tenham problemas digestivos.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a farinha torta de mamona, pode ser utilizada na alimentação de peixes, no entanto não deve substituir o farelo de soja, uma vez que apresenta valores energéticos inferiores e pode acarretar problemas no crescimento dos peixes, se utilizada sozinha sem nenhum outro tipo de acompanhamento alimentar, de modo que o nível de energia e proteínas permaneçam maiores e de acordo com as necessidades diárias dos peixes. Pois, dietas com deficiência proteica acarretam naqueles animais raquitismo, queda na produção e predisposição às doenças.

A composição da torta de mamona em estudo, não comporta condições alimentares suficientes para ser oferecida as tilápias uma vez que contém em sua composição proteínas e fibras em um nível superior ao indicado, energia e outras vitaminas em nível inferior. Acredita-se que somente com a torta de mamona, as tilápias não se desenvolveriam satisfatoriamente, podendo ainda sentir falta de algumas substâncias necessárias para seu crescimento.

AGRADECIMENTO

Ao Departamento de Zootecnia/UFLA pela assistência durante o estudo, Patense, fornecendo ingredientes alimentares e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de doutorado. Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerias (Fapemig).

REFERENCIAS

- Abdalla, A. L., Son, J. C. S., Godoi, A. R., Carmel, C. A, Eduardo, J. L. P. (2008). Use of by-products of the biodiesel industry in ruminant feed. R. Bras. Zootec., 37, 258-260.
- Adron, J.W., Grant, P.T, Cowey, C.B.A., 1973. System for the quantitative study of the learning capacity of rainbow trout and its application to the study of food preferences and behavior. Journal Fish Biology 5, 625-636.
- Albuquerque, W. F.; Zapata, J.F.F.; Almeida, R. S. Estado de frescor, textura e composição muscular da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) abatida com dióxido de carbono e armazenada em gelo. Revista Ciência Agronômica, v.35, p.264-271, 2004.
- Amirkolaie, A.K., Leenhouders, J.I., Verreth, J.A.J. & Schrama, J.W. (2005) Type of dietary fibre (soluble versus insoluble) influences digestion, faeces characteristics and faecal waste production in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Aquacult. Res., 36, 1157–1166
- Anandan, A. et al. (2005) Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. Animal Feed Science and Technology. Amsterdam, v. 120, n.1 159-168.
- Balasundram N, Sundram K, Samman S. Phenolic compounds in plants agriindustrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. Food Chem. 2006; 99: 191-203.
- Baldoni, Aisy Botega et al. (2011) Variability of ricin content in mature seeds of castor bean. Pesq. agropec. bras. [online]. 2011, vol.46, n.7, pp.776-779. ISSN 0100-204X.
- Belal, I. E. H. (1999) Replacing dietary corn with barley seeds in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feed. Aquaculture Research, v.30, n.4, p.265-269.

- Bito M., Yamada K.; Mikumo Y.; Amano K. Studies on rigor mortis of fish – I. (1983) Difference in the model of rigor mortis among some varieties of fish by modified Cutting's method. Bull. Tokai Reg. Fish Res. Lab., n.109, p. 89-96.
- Bremer Neto, H., Graner, C.A.F., Pezzato, L.E., Padovani, C.R. & Cantelmo, O.A. (2003) Diminuição do teor de óxido de cromo (III) usado como marcador externo. Rev. Bras. Zootec., 32, 249– 255.
- Bureau, D.P., Harris, A.M., Cho, C.Y., 1999. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 180, 345–358.
- Cho, C.Y., Slinger, S.J., Bayley, H.S., 1982. Bioenergetics of salmonid fishes: energy intake, expenditure and productivity. Comp. Biochem. Physiol. 73B, 25-41.
- El-Sayed, A.-F.M. (2006). Tilapia culture. CABI Publishing, Oxfordshire, United Kingdom.
- Federici F, Fava F, Kalogerakis K, Mantzavinos D. Valorisation of agro-industrial by-products, effluents and wastes: concept, opportunities and the case of olive oil sector. Journal of Chemical Technology and Biotechnology 2009;84:895–900.
- Ferreira, M. F. P.; Pena, R. S. (2010) Estudo da secagem da casca do maracujá. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.12, n.1, p.15-28.
- Fiske, C.A., Subbarow, I., 1925. The colorimetric determination of phosphorus. J. Bio. Chem. 66, 375-400.
- Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G.H.S., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. J. Biol. Chem. 226, 497-509.

Furukawa, A., Tsukahara, H., 1966. On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed. *Nippon Suisan Gakk* 32, 502-506.

Gomes J.D.F.; Putrino, S.M.; Grossklaus, C. et al. Efeito do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: Suínos em crescimento e terminação. *Semina: ciências agrárias*, v.28, n.3, p.483- 492, 2007

Hidalgo, M.C., Urea, E., Sanz, A., 1999. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. *Aquaculture* 170, 267-283.

Jones AC, Mead A, Kaiser MJ et al (2014) Prioritization of knowledge needs for sustainable aquaculture: a national and global perspective. *Fish Fish*.

Karayannakidis, P. D., Zotos, A., Petridis, D. and Taylor, K. D. A. 2008. Physicochemical changes of sardines (*Sardina pilchardus*) at -18°C and functional properties of Kamaboko gels enhanced with Ca^{2+} 2110 Piotrowicz, I. B. B. and Mellado, M. M. S./IFRJ 22(5): 2103-2110 ions and MTGase. *Journal of Food Process and Engineering* 31 (3): 372–97.

Krogdahl, Å., Bakke, A.M., 2005. Fasting and refeeding cause rapid changes in intestinal tissue mass and digestive enzyme capacities of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology*. 141(A), 450 – 460.

Krogdahl, A., Penn, M., Thorsen, J., Refstie, S., Bakke, A.M., 2010. Important antinutrients in plant feedstuffs for aquaculture: an update on recent findings regarding responses in salmonids. *Aquac. Res.* 41, 333–344.

Lin, S., Mai, K., Tan, B., 2007. Effects of exogenous enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. *Aquac. Res.* 38, 1645–1653.

Koch, J. F., et al. (2016). Optimizing fish meal-free commercial diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture* 452 (2016) 357–366.

Llames, C.R.; Fontaine, J. Determination of Amino Acids in Feeds: Collaborative Study, Journal of the Association of Official Agricultural Chemists, Washington, v.77, n.6, p.1362-1402, 1994.

Logato, P. 2000. Alimentação de peixes de água doce. Editora Aprenda Fácil. Viçosa – MG.

Magalhães, R., Coutinho, F., Pousão-Ferreira, P., Aires, T., Oliva-Teles, A., Peres, H., 2015. Corn distiller's dried grains with solubles: apparent digestibility and digestive enzymes activities in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) and meagre (*Argyrosomus regius*). Aquaculture 443, 90–97.

Maia, E. L.; Ogawa, M. Cor. (1999) In: Manual de pesca (Ciência e tecnologia do pescado). Ogawa, M.; Maia, E. L. (Ed.) São Paulo: Livraria Varela, cap. 5, p.75-85.

Martínez-Herrera, J. et al. (2006) Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents and effects of different treatments on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. Food Chemistry, London, y 96, n.1, p.80-89.

Monteiro A.G.D.P, Guerrreiro, M.C, Souza, R. V. (2012). Detoxification of cake of oil seeds to use in diet for ruminants. Patente number BR 1020120114607. National Institute of intellectual properties. Brazil. Pp16.

Morken, T., Kraugerud O.F., Barrows, F.T., Sørensen M., Storebakken, T., Øverland, M., 2011. Sodium diformate and extrusion temperature affect nutrient digestibility and physical quality of diets with fish meal and barley protein concentrate for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) Aquaculture 317, 138–145.

Ng, W.K. and Chong, K.K. (2002) The nutritive value of palm kernel meal and the effect of enzyme supplementation in practical diets for red hybrid tilapia (*Oreochromis sp.*). Asian Fisheries Sci. 15: 167-176.

- Noblet, J.; Le Goff, G. (2001) Effect of dietary fiber on the energy value of feeds for pigs. *Animal Feed Science and Technology*, v.90, p.35-52.
- NRC, 2011. *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*. The National Academies Press, Washington, D.C.
- Oliva-Teles, A., 2012. Nutrition and health of aquaculture fish. *J. Fish Dis.* 35, 83–108.
- Oliveira, A.S. et al. (2006). Eficácia de diferentes métodos de destoxificação da ricina no farelo de mamona. In: Congresso Da Rede Brasileira De Tecnologia E Produção De Biodiesel, 2., 2006, Brasília, DF. Anais... Brasília: Rede Brasileira de Tecnologia e Produção de Biodiesel.
- Peres, H., Oliva-Teles, A., 2009. The optimum dietary essential amino acid profile for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. *Aquaculture* 296, 81-86.
- Rodrigues, A.P., Gominho-Rosa, M.D., Cargin Ferreira, E., De Francisco, A., Fracalossi, D.M. (2012): Different utilization of plant sources by the omnivores jundiá catfish (*Rhamdia quelen*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Nutrition*, 18: 65-72.
- Rostagno, H.S. et al. (2011). Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV.
- Sena, M. F., Azevedo R. V de., Ramos, A. P. de S., Carvalho, J. S. O., Costa, L. B., Braga, L. G. T., 2012. Mesquite bean and cassava leaf in diets for Nile tilapia in growth. *Acta Scientiarum. Maringá*, v. 34, n. 3, p. 231-237.
- Sena, M. F.; Azevedo, R. V.; Ramos, A. P. D. S.; Carvalho, J. S. O.; Costa, L. B.; Braga, L. G. T. (2012) Mesquite bean and cassava leaf in diets for Nile tilapia in growth. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.34, n.3, p.231-237.
- Severino, L. S. (2005). O que sabemos sobre a torta de mamona (In Portuguese, What we know about the cake of castor), p. 31. (Embrapa Algodão. Documentos, 134).

Silva, F. V.; Sarmiento, N. L. A. F.; Vieira, J. S.; Tessitore, A. J. A.; Oliveira, L. L. S.; Saraiva E P. (2009). Características morfométricas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em Tilápias-do-nilo em diferentes faixas de massa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.8, p.1407-1412.

Souza, L. R. M.; Maranhão, T. C. F. (2001). Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função da massa corporal. *Acta Scientiarum*, v.23, n. 4, p.897-901.

Tengjaroenkul, B., Smith, B.J., Caceci, T. & Smith, S.A. (2000) Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture*, 182, 317–327.

Tengjaroenkul, B., Smith, B.J., Caceci, T., Smith, S.A. (2000). Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture*, 182: 317-327.

Thongprajukaew, K., Rodjaroen, S., Yoonram, K., Sornthong, P., Hutcha, N., Tantikitti, C. and Kovitvadi, U. (2015) Effects of dietary modified palm kernel meal on growth, feed utilization, radial scavenging activity, carcass composition and muscle quality in sex reversed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 439: 45-52.

Van Kempen, T. (2001) Is fiber good for the pig. *SWINE NEWS*. North Carolina Cooperative Extension Service, August, v.24, n.7.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 174, 3583-3597.

Walter, H.E., (1984). Proteinases: methods with hemoglobin, casein and azocoll as substrates. In: Bergmeyer, H.J. (Ed.), *Methods of Enzymatic Analysis*, vol. V. Verlag Chemie, Weinham, pp. 270–277.

Wang, Y., Kong, L.J., Li, K. & Bureau, D.P. (2007) Effects of feeding frequency and ration level on growth, feed utilization and nitrogen waste output

of cuneate drum (*Nibea miichthioides*) reared in net pens. *Aquaculture*, 271, 350–356.

Webster, C.D. & Lim, C.E. (2002) Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. CABI Publishing, Wallingford Oxon, UK.

Yasmin, L.; Kamal, M.; Ahmed, S. A. K.; Azimuddin, K. M.; Khan, M. N. A.; Islam, M. N. (2001) Studies on the Post-mortem Changes in Genetically Improved Farmed Tilapia (*Oreochromis niloticus*) During Ice Storage. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, v.4, p.1144-1146.

Legendas das Tabelas

Tabela 1. Composição (% de matéria seca) de farinha da torta de mamona destoxificada (FTM).

Tabela 2. Formulações de dietas referência e experimentais para determinação dos coeficientes de digestibilidade em juvenis de Tilápia do nilo (n = 3) e composição centesimal (% de matéria seca) das dietas experimentais.

Tabela 3. Valores médios de desempenho de Tilápia do nilo alimentada com níveis crescentes de farinha da torta de mamona destoxificada (FTM) em substituição a farinha de soja.

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade aparente e atividades específicas de protease, lipase e amilase (mU mg de proteína⁻¹) em seções do intestino médio de Tilápia do nilo alimentados com as dietas experimentais.

Tabela 5. Composição química do peixe inteiro e qualidade filé de Tilápia do nilo alimentados com níveis crescentes de farinha da torta de mamona destoxificada (FTM) em substituição a farinha de soja.

Tabela 6. Perfil lipídico plasmático de tilápia do nilo alimentadas com dietas sem e com níveis crescentes (10%,15%, 30%) de farinha da torta de mamona destoxificada (FTM)em substituição a farinha de soja.

Tabela 7. Composição centesimal, pH cor e rendimento do filé de juvenis de Tilápia do Nilo recebendo dietas contendo diferentes quantidades de farinha da torta de mamona destoxificada (FTM) em substituição a farinha de soja.

Tabela 1. Composição (% de matéria seca) de farinha da torta de mamona destoxificada (FTM).

Composição (%)	FTM1
Matéria seca (%)	3.40±0.03
Proteína(%)	18.39±0.34
Lípidios(%)	3.68±0.03
Cinzas(%)	0.13±0.01
Fibra Bruta(%)	18.76±0.98
Fibra em detergente ácido	45.27±1.92
Fibra em detergente Neutro	57.42±1.18
Fosforo (%)	0.46±0.02
Ferro (ppm)	319.86±6.82
Potássio (%)	2.03±0.05
Energia(kJ g ⁻¹)	13.41±0.24
<i>Ácidos graxos</i>	
Palmitico (%)	1.31±0.02
Oleico (%)	3.6±0.11
Linoleico (%)	5.52±0.12
Linolenico (%)	0.30±0.03
Etearico (%)	1.24±0.05
Ricinoleico (%)	46.82±0.75

¹State central horticultural products Food Supply, Contagem, MG, Brazil.

Tabela 2. Formulações de dietas referência e experimentais para determinação dos coeficientes de digestibilidade em juvenis de Tilápia do nilo (n=3) e composição centesimal (% de matéria seca) das dietas experimentais..

Dietas	Subprodutos			
	Controle*	FTM 1*	FTM 2*	FTM 3*
Ingredientes				
Farinha de soja	272.15	244.93	231.32	190.50
Farinha de Milho	181.50	181.50	181.50	181.50
Farinha de peixe ¹	33.34	33.34	33.34	33.34
Farinha de Carne e osso ²	47.87	47.87	47.87	47;87
Farinha de visceras ³	150.00	150.00	150.00	150
Óleo de soja	1.82	1.82	1.82	1.82
Quirela de arroz	300.00	300.00	300.00	300.00
Calcáreo calcítico	1.07	1.07	1.07	1.07
Fosfato bicálcico	2.49	2.49	2.49	2.49
Premix Vitaminico*	2.00	2.00	2.00	2.00
Premix Mineral**	2.00	2.00	2.00	2.00
Sal	5.00	5.00	5.00	5.00
Antioxidante (BHT)	0.30	0.30	0.30	0.30
Antifungico	0.50	0.50	0.50	0.50
Torta de Mamona D.	-----	27.21	40.82	81.64
<i>Composição aproximada</i>				
Materia Seca	92.48	92.18	93.06	93.18
Proteína	30.49	29.89	29.78	29.75
Lípidios	3.27	2.97	3.06	3.27
Cinzas	7.39	10.43	10.28	10.95
Oxidos de Cromo	0.80	0.80	0.90	0.90
Fosforo	1.10	1.40	1.70	2.2
Energia(kJ.g ⁻¹)	13.01	12.92	12.89	12.90
<i>Aminoácidos essenciais</i>				
Isoleucina	1,4	1,6	2,0	2,2
Leucina	2,5	1,5	1,6	1,4
Lisina	1,4	1,6	1,5	1,4
Metionina	0,6	0,7	1,3	1,4
Fenilalanina	1,6	1,9	1,6	1,7
Treonina	1,0	1,2	1,1	1,7
Triptofano	NS	NS	NS	NS
Valina	1,7	1,6	1,6	1,5
Arginina	1,2	1,3	1,0	1,3
Histidina	4,5	4,3	4,1	4,2

<i>Aminoácidos não-essenciais</i>				
Alanina	3,1	3,0	3,1	2,5
Aspartato	0,6	0,7	0,6	0,7
Cisteína	5,5	5,3	5,4	4,5
Glutamic Acid	1,0	0,9	0,9	1,1
Glicina	1,9	1,9	1,3	1,1
Prolina	0,6	0,6	0,8	0,8
Serina	1,0	1,0	1,1	1,2
Tirosina	0,5	0,5	0,4	0,6
Taurina	0,4	0,4	0,3	0,4
MET+CYS (%)	6,2	6,0	6,7	6,0
PHE+TYR (%)	2,1	2,4	2,0	2,3

¹Farol Ind LT fish meal, Concórdia – SC, Brazil (CP:620.0g kg-1 DM; CF: 99.0g kg-1 DM).

²Patense Ind LT, Itaúna - MG – Brazil (CP:400.0g kg-1 DM; CF: 99.0g kg-1 DM).

³Patense Ind LT, Itaúna - MG – Brazil (CP:600.0g kg-1 DM; CF: 99.0g kg-1 DM)

*Vitamin mix mineral mixture (g per kg diet) Thiamine, 20 mg; Riboflavin, 20 mg; Pyridoxine, 10 mg; Nicotinic acid, 100 mg; Calcium Pantothenate, 50 mg; Biotin, 1 mg; folacin, 5 mg; Inositol, 500 mg; Vitamin E, 50 mg; Vitamin A, 2 mg; Vitamin B12, 0.02 mg; Vitamin K3, 10 mg; Vitamin D3, 0.05 mg; Agromix Animal Nutrition, São Paulo, Brazil.

**Mineral mixture (g per kg diet) ZnSO₄•7H₂O, 525.5 mg; MnSO₄•H₂O, 49.2 mg; KI, 5.23 mg; FeSO₄•7H₂O, 238.8 mg; MgSO₄•7H₂O, 4.62 g; CuSO₄•5H₂O, 11.8 mg; CoCl₂•6H₂O, 0.2 mg; Na₂SeO₄, 0.66 mg; KCl, 600 mg; NaCl, 107.1 mg; Agromix Animal Nutrition, São Paulo, Brazil,

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade aparente de dietas contendo farinha da torta de mamona desintoxicada em substituição ao farelo de soja para juvenis de Tilapia do Nilo.

Coeficientes de digestibilidade aparente (%)	Controle*	FTM1*	FTM2*	FTM3*
Materia seca	95.87±1.02 ^B	96.87±0.02 ^{BA}	97.87±0.02 ^A	91.78±2.68 ^C
Proteína	95.92±4.61 ^A	84.57±1.02 ^B	83.27±1.02 ^B	82.77±0.58 ^B
Lípidios	92.81±0.28 ^A	86.18±0.28 ^B	80.21±0.31 ^C	79.71±1.61 ^C
Energia	94.60±4.61 ^A	83.30±3.50 ^B	82.00±3.05 ^B	81.50±2.02 ^B

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test.

In the same line, different uppercase letters indicate significant differences between dietary treatments (P<0.05). *Controle sem torta de mamona desintoxicada, FTM 1= 10% de torta de mamona desintoxicada, FTM 2= 15% de torta de mamona desintoxicada e FTM 3= 30% de torta de mamona desintoxicada

Tabela 4. Valores médios de desempenho de Tilápia do Nilo recebendo dietas contendo diferentes quantidades de farinha da torta de mamona destoxificada em substituição a farinha de soja¹.

Variáveis ¹	Controle*	FTM1*	FTM2*	FTM3*
Peso inicial(g)	55.80±0.05 ^{NS}	55.10±0.01 ^{NS}	55.70±0.1 ^{NS}	52.60±0.01 ^{NS}
Peso final (g)	168.30±0.37 ^A	163.70±0.52 ^B	157.06±0.55 ^C	141.62± 0.45 ^D
Ganho de peso(g)	1124.8±4.16 ^A	1065.90±5.17 ^B	1003.2±6.04 ^C	845.6± 4.58 ^D
Ganho de peso (g/kg/dia)	19.3± 0.04 ^A	18.550 ±0.04 ^B	18.04±0.06 ^C	16.37± 0.05 ^D
Ganho de peso (%PMI)	201.3 ± 0.9 ^A	186.40 ±0.86 ^B	176.7 ±1.27 ^C	148.19± 0.8 ^D
Consumo de ração (gMS/kg/dia)	18.1± 0.10 ^A	16.32±0.11 ^C	17.3b ± 0.07 ^B	18.20± 0.11 ^A
Conversão alimentar	0.94± 0.01 ^C	0.88 ± 0.01 ^D	0.96± 0.01 ^B	1.11 ± 0.01 ^A
Eficiência alimentar	1.06± 0.01 ^B	1.13 ± 0,01 ^A	1.04± 0.01 ^C	0.90±0.01 ^D
Taxa de crescimento específico (%/dia)	2.12± 0.01 ^A	2.02 ± 0,01 ^B	1.95± 0.01 ^C	1.74 ± 0.01 ^D
Índice de crescimento diário	3.26 ± 0.01 ^A	3.11± 0.01 ^B	2.98± 0.01 ^C	2.62± 0.01 ^D
Taxa de eficiência protéica	3.49± 0.02 ^B	3.80± 0.02 ^A	3.50± 0.01 ^B	3.02± 0.01 ^C
Sobrevivência	100 ^{NS}	100 ^{NS}	100 ^{NS}	100 ^{NS}
HSI(%) ²	2.59±0.37 ^{NS}	2.61±0.82 ^{NS}	2.63±0,84 ^{NS}	2.54±0.65 ^{NS}
VSI(%) ²	14.93±1.84 ^{NS}	14.78±1.92 ^{NS}	15.20±1.97 ^{NS}	14.65±1.76 ^{NS}

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test.

²HSI = Índice hepatossomático. ³VSI = Índice viserosomáticos.

Tabela 5. Perfil lipídico plasmático de tilápia do nilo alimentadas com dietas sem e com níveis crescentes (10%,15%, 30%) de farinha da torta de mamona destoxificada (FTM) em substituição a farinha de soja

Variáveis	Controle*	FTM1*	FTM2*	FTM3*
<i>Atividade das enzimas digestivas</i> ¹				
Protease	16.49±5.43	9.40±4.37	9.42±3.45	13.61±4.20
Lipase	0.85±0.49 ^B	0.76±0.35 ^B	0.73±0.23 ^B	2.12±0.49 ^A
Amilase	562.62±0.28 ^B	592.24±1.85 ^B	593.97±1.67 ^B	1031.91±3.24 ^A
<i>Análises de Sangue (mg.dL⁻¹)</i> ¹				
Colesterol	151.0±23.46 ^B	184.16±36.96 ^B	181.16±17.71 ^{AB}	183.00±16.32 ^A
Triglicerídeos	79.67±15.28 ^C	109.33±20.18 ^B	142.82±36.83 ^B	219.00±24.05 ^A
HDL	26.50±3.62	30.83±5.53	30.50±1.87	29.83±4.17
LDL	94.61±21.68 ^B	139.83±36.64 ^A	119.67±13.03 ^{AB}	85.67±7.45 ^B
VLDL	15.72±4.49 ^C	23.50±1.80 ^B	20.00±3.11 ^{BC}	44.66±3.19 ^A

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test. In the same line, different uppercase letters indicate significant differences between dietary treatments (P<0.05).

Tabela 6. Composição química do peixe inteiro de Tilápia do Nilo recebendo dietas contendo diferentes quantidades de farinha da torta de mamona destoxificada (FTM) em substituição a farinha de soja.

Variáveis ¹	Controle*	FTM1*	FTM2*	FTM3*
Materia seca	72.49±1.31 ^A	73.89±1.80 ^A	72.82±1.04 ^A	68.24±0.28 ^B
Proteína	13.55±0.93	14.00±2.33	12.34±1.25	12.35±0.84
Lípidios	7.64±0.78	6.66±0.83	6.69±0.73	6.00±0.49
Cinzas	3.68±0.24 ^B	4.78±0.77 ^A	5.06±0.73 ^A	5.77±0.70 ^A

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test.

Tabela 7. Composição centesimal, pH cor e rendimento do filé de juvenis de Tilápia do Nilo recebendo dietas contendo diferentes quantidades de farinha da torta de mamona destoxificada (FTM) em substituição a farinha de soja.

Variáveis ¹	Controle*	FTM1*	FTM2*	FTM3*
Materia seca	79.92±2.15	80.88±1.86	80.84±0.50	81.95±1.10
Proteína	16.63±1.77 ^A	15.39±1.26 ^A	14.11±1.56 ^B	12.51±1.67 ^C
Lípidios	0.79±0.36 ^B	0.82±0.10 ^B	0.90±0.22 ^B	0.92±0.23 ^A
Cinzas	0.68±0.21 ^B	1.91±0.30 ^A	1.71±0.41 ^A	1.57±0.26 ^A
pH _{inicial}	6.69±0.11 ^A	6.37±0.21 ^B	6.81±0.12 ^A	6.32±0.12 ^A
pH _{final}	5.93±0.16	5.96±0.19	6.21±0.15	6.22±0.12
L*	54.18±1.71 ^B	60.50±4.51 ^A	53.66±1.62 ^B	56.14±1.37 ^{AB}
a*	5.93±1.11 ^A	6.02±1.67 ^B	6.04±0.92 ^B	6.15±1.68 ^{AB}
b*	13.10±1.51 ^A	11.07±2.00 ^A	9.96±1.39 ^B	12.60±2.43 ^A
Rendimento	32.85±1.67 ^A	30.13±2.11 ^B	28.10±1.71 ^C	27.88±2.35 ^C

¹Means followed by different letters in the same the different (P<0.05) by the tukey test.