



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA – UFU**



IGOR BALDOINO DE AZEVEDO

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA PRODUÇÃO DE RAÇÃO ANIMAL A BASE DE
LARVA DE TENÉBRIO MOLITOR L. DESIDRATADO**

Uberlândia
2019

IGOR BALDOINO DE AZEVEDO

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA PRODUÇÃO DE RAÇÃO ANIMAL A BASE DE
LARVA DE TENÉBRIO MOLITOR L. DESIDRATADO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Química, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Química.

Uberlândia, 16 de dezembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Dr.^a Ubirajara Coutinho Filho
(Orientador)

Prof.^a. Dr.^a Humberto Molinar Henrique
(FEQUI/UFU)

M. Sc. William Fernando Vieira
(Doutorando PPGEQ/UFU)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Expedita e Reni in memoriam, dedico este trabalho e serei eternamente agradecido pelo imprescindível auxílio ao longo de minha vida! Mãe e Pai! Essa conquista é de vocês, não teria chegado até aqui sem vocês.

A Deus, pelo dom da vida, pela graça concedida de ter nascido em um país sem guerras e pelo perfeito estado de saúde.

A espiritualidade amiga e ao meu mentor, pelas provas, conselhos e ensinamentos.

Aos meus amigos:

Ao César, por me ensinar outras formas de enxergar a realidade, pela amizade e as suas brilhantes aulas de inglês.

A Jade, pela amizade, pelas longas risadas e por ser um porto seguro em quem eu possa confiar.

Ao José Carlos, pelo carinho, pela humanidade a mim ensinada e por acreditar em mim, me incentivar e estar do meu lado.

Ao Túlio, por me ensinar a ter resiliência, ir atrás daquilo que eu almejo e por ser também um porto seguro.

Ao meu orientador Ubirajara Coutinho por confiar em minha capacidade de execução deste trabalho e pelos conselhos.

A todos meus familiares que torceram pelo meu sucesso.

Ao povo brasileiro que pagou impostos e custeou minha graduação nesta instituição de ensino.

“Se você pode sonhar, você pode fazer!”

(Walt Disney)

“Seja a mudança que você quer ver no mundo.”

(Mahatma Gandhi)

*“Saiba que Sabedoria Completa
É expressão de grande divindade,
Expressão de grande claridade,
Expressão insuperável,
Expressão inigualável,
Com capacidade de remover
Todo o sofrimento.”*

(Sutra do coração da grande sabedoria completa)

RESUMO

Insetos são consumidos em todo mundo desde os tempos mais remotos. Estima-se que cerca de dois bilhões de pessoas consomem insetos em todo mundo diariamente. Esses povos acreditam que insetos são nutritivos e são produzidos em locais inóspitos a pecuária. Estudos recentes ratificaram essa crença dessas populações e, ainda se ressaltou que insetos poderiam ser utilizados como ingrediente para produção de rações de animais. Portanto, seria reduzido a adição de soja, milho e farinha de carne na ração de animais e isso impactaria diretamente na expansão da agricultura, na pecuária e no desmatamento. Além disso, insetos possuem larga vantagem em relação a pecuária devido a vários fatores como alta conversão alimentar, baixa emissão de gases de efeito estufa, baixo consumo de água, se alimentarem de resíduos, rápido desenvolvimento, altas taxas de reprodução, altos níveis de concentração proteica e de lipídeos, adaptabilidade a locais inóspitos a outros animais e muitos outros. Diante deste cenário, há uma grande possibilidade da inclusão de insetos em rações de animais e este trabalho visa abordar este tema. Portanto, o objetivo deste estudo foi estudar a composição proteica e de lipídeos de larvas de *Tenébrio molitor L* secas e moídas, acompanhar a produção de larvas de *Tenébrio molitor L* e fazer uma avaliação econômica preliminar para criação dos tenébrios e produção de ração a partir deles. Na análise de proteínas e lipídeos, encontrou-se cerca de 46% para concentração proteica e 31,6% para concentração de lipídeos. A respeito da criação das larvas de tenébrio obteve-se resultado positivo e constatou-se que é possível criar estes animais em larga escala e nas condições climáticas do Brasil. Em relação a análise econômica preliminar estimou-se que o investimento inicial de R\$ 84.047,97 e se pagaria em menos de 1 ano. Já a análise da suplementação de ração animal a ração tradicional de Tambaqui se mostrou promissora, o valor do custo para produção de 1 kg de larvas de tenébrios foi estimado em R\$ 8,40 e para esse ingrediente ser competitivo deve ser vendido a R\$ 9,15, no entanto, há margem do custo para produção dos tenébrios ser reduzido se o alimento deles for trocado por restos de lavoura seca.

Palavras-chave: Tenébrio molitor, ração animal, insetos comestíveis, alimentos alternativos, farinha de insetos.

ABSTRACT

Insects have been consumed worldwide since earliest times. It is estimated that about two billion people consume insects daily. These peoples believe that insects are nutritious and are produced in places that are inhospitable to livestock. Recent studies have ratified this belief of these populations and it was highlighted that insects could be used as an ingredient for animal feed production. Therefore, the addition of soybean, corn and meat meal to animal feed would be reduced and this would directly impact the expansion of agriculture, livestock and deforestation. In addition, insects have a large advantage over livestock due to several factors such as high feed conversion, low greenhouse gas emissions, low water consumption, feed on waste, rapid development, high reproduction rates, high levels of protein and lipid concentration, adaptability to inhospitable locations compared to other animals and many others advantages. Given this scenario, there is a great possibility of including insects in animal feed and this paper aims to address this issue. Therefore, the aim of this study was to analyze the protein and lipid composition of dried and ground *Tenebrio molitor* larvae, to monitor the production of *Tenebrio molitor* larvae and to make a preliminary economic evaluation for *Tenebrio* larvae rearing and ration production from them. In the analysis of proteins and lipids, it was found about 46% for protein concentration and 31,6% for lipid concentration. Regarding the rearing of *Tenebrio* larvae, a positive result was obtained and it was found that it is possible to raise these animals on a large scale and under Brazil's climate conditions. Regarding the preliminary economic analysis, it was estimated that the initial investment of R\$ 84,047.97 would be compensated in less than 1 year. The analysis of animal feed supplementation compared to traditional Tambaqui feed was promising, the cost of producing 1 kg of *Tenebrio* larvae was estimated at R\$ 8.40 and for this ingredient to be competitive it should be sold at R\$ 9,15, however, there is a margin for the cost of producing tenebridae to be reduced if their food is exchanged for dry crop residues.

Key-words: *Tenebrio molitor*, animal feed, edible insects, alternative foods, insect flour.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Consumo de água por animal.	15
Figura 2. Comparação dos teores de proteína e gordura.....	15
Figura 3. Evolução da produção agrícola no Brasil.....	18
Figura 4. Evolução da produção de peixe no Brasil.	18
Figura 5. Evolução da produção de frango de corte no Brasil.....	19
Figura 6. Evolução da produção de rações no Brasil.....	20
Figura 7. Produção de larvas de <i>Tenébrio molitor</i> L.....	21
Figura 8. Produção de besouros de <i>Tenébrio molitor</i> L.....	22
Figura 9. Ciclo de vida do <i>Tenébrio molitor</i> L. representação esquemática	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Níveis de ingrediente de uma ração de Tambaqui tradicional e com adição de larvas de tenébrio.....	23
Tabela 2. Concentração proteica da larva desidratada de tenébrio.....	24
Tabela 3. Equipamentos estimados para produção de tenébrios.....	26
Tabela 4. Avaliação econômica da produção de tenébrios.	27
Tabela 5. Cotação dos ingredientes da ração tradicional de Tambaqui.	27

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Equação do teor de proteínas pelo método de Kjeldahl.....	23
--	----

SIMBOLOGIA

V_a – Volume do titulado;

V_b – Volume do titulado do branco;

N – Normalidade do ácido;

p – Peso da amostra.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS.....	12
3. JUSTIFICATIVA	13
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4.1. CONVERSÃO ALIMENTAR DOS INSETOS E TEOR COMESTÍVEL	13
4.2. PRODUÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E CONSUMO DE ÁGUA PELOS INSETOS.....	14
4.3. VALOR NUTRICIONAL E NÍVEIS DE PROTEÍNAS DOS INSETOS	15
4.4. AVALIAÇÃO DA INTRODUÇÃO DE LARVAS DE <i>TENÉBRIO MOLITOR L.</i> COMO RAÇÃO PARA FRANGOS E PEIXES ...	16
4.5. AVALIAÇÃO DO SETOR AGRÍCOLA E MERCADO PRODUTOR DE RAÇÕES PARA AVES E PEIXES..	17
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
5.1. PRODUÇÃO DO TENÉBRIO MOLITOR L.....	20
5.2. PRODUÇÃO DA RAÇÃO A BASE DE TENÉBRIO	22
5.3. METODOLOGIA.....	23
6. RESULTADOS	24
6.1. AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO PROTEICA E DE LIPÍDEOS DO TENÉBRIO	24
6.2. RESULTADOS DO ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO DE TENÉBRIO	24
7. AVALIAÇÃO ECONÔMICA.....	25
7.1. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE LARVAS DE TENÉBRIO	25
7.2. AVALIAÇÃO ECONÔMICA PRELIMINAR DA RAÇÃO	27
8. CONCLUSÃO	28
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1. INTRODUÇÃO

A Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas prevê que a população humana aumentará para 9 bilhões em 2050 (FAO, 2012). O rápido crescimento da população humana na segunda metade do século XXI pode levar à escassez de alimentos, principalmente proteínas de animais (ZHANG et al., 2007; ZHANG, 2008). As possíveis soluções para esse problema foram sugeridas para incluir o uso de insetos, como a *Tenébrio molitor L.*, como alimento para animais e humanos.

O *Tenébrio molitor L.* são besouros e estão entre os maiores insetos que infestam os produtos armazenados (GHALY et al., 2009). A maioria prefere se alimentar de grãos em decomposição ou cereais moídos em condições úmidas e precárias. Esses insetos geralmente são encontrados em locais pouco perturbados, como cantos escuros, embaixo de sacos, em lixeiras e onde os alimentos são armazenados. Possuem um ciclo de vida que leva em torno de 4 a 6 meses e dividido em três fases, as larvas jovens são brancas e escurecem com a idade até uma tonalidade marrom claro, a pupa é bege e adquire tons amarronzados ao final do processo de metamorfose e o besouro jovem é marrom bem claro e em poucos dias adquire a cor preto brilhante.

A razão pela qual estes insetos estão sendo estudados para a suplementação humana e animal é que insetos já são consumidos em todo planeta e estima-se que cerca de 2 bilhões de pessoas ao redor do mundo fazem uso destes animais em sua alimentação diariamente (VANHUIS et al., 2013). Além disso, o *Tenébrio molitor L.* possui elevada conversão alimentar, consomem bem menos água que mamíferos e aves, possui rápido desenvolvimento, se reproduz em grande quantidade e demandam pouco espaço para a sua criação.

Outro fator importante é o valor nutricional deste inseto. Em média larvas de *Tenébrio molitor L.* apresentam cerca de 50 g de proteína para 100 g de base seca de larva e 30 g de gordura para 100 g de base seca de larva (ADÁMKOVÁ et al., 2016; CORTEZ ORTIZ et al., 2016; OSIMANI et al., 2016; RUMPOLD e SCHLÜTER, 2013). Além disso, foi relatado que o valor calórico do inseto é superior a soja, milho, carne bovina, peixes, lentilhas e feijões.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste Trabalho de Conclusão de Curso é avaliar preliminarmente viabilidade de produzir uma ração para alimentação de frangos de corte e peixes.

Para a abordagem da meta proposta, os objetivos específicos são definidos a seguir:

- Estudar a composição de proteínas e lipídeos presentes no *Tenébrio molitor L.*;
- Avaliar a literatura sobre diferentes formas de tratar este material para produção de ração para frangos de corte e peixes;
- Acompanhar a produção de larvas de *Tenébrio molitor L.*;
- Avaliar economicamente uma ração a base de larvas de *Tenébrio molitor L.* secas e moídas para o peixe Tambaqui.

3. JUSTIFICATIVA

Segundo o relatório da Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO, 2013), insetos comestíveis: perspectivas para comida e alimentação segura, alimentar uma população mundial crescente com consumidores mais exigentes exigirá necessariamente um aumento na produção de alimentos. Isso inevitavelmente pressionará fortemente recursos já limitados, como terra, oceanos, fertilizantes, água e energia. Se a produção agrícola permanecer em sua forma atual, os aumentos nas emissões de gases de efeito estufa, bem como o desmatamento e a degradação ambiental, devem continuar.

Para a FAO (FAO, 2006), a produção pecuária responde por 70% de todo o uso da terra agrícola. Com a expectativa de que a demanda global por produtos pecuários mais do que duplique entre 2000 e 2050 (de 229 milhões de toneladas para 465 milhões de toneladas), atender a essa demanda exigirá soluções inovadoras.

Em 2010, Sachs (SACHS, 2010) argumentou que a agricultura e pecuária eram as principais causas das mudanças climáticas induzidas de forma antropogênicos e que o mundo precisava de novas tecnologias e padrões agrícolas de consumo de alimentos com base em dietas mais saudáveis e sustentáveis. E sugeriu que a alimentação de populações futuras exigirá o desenvolvimento de fontes alternativas de proteína, como carne cultivada em laboratório, algas, feijões, fungos e insetos.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Conversão Alimentar dos Insetos e Teor Comestível

Collavo (2005) reportou que os insetos possuem altas taxas de conversão alimentar em proteína quando se comparados a outros animais, a produção de 1 kg de peso vivo de grilos exige algo em torno de 1,7 kg de ração. Enquanto que normalmente

1 kg de peso de animal vivo em um sistema de produção típico dos Estados Unidos requer a seguinte quantidade de ração: 2,5 kg para frango, 5 kg para carne de porco e 10 kg para carne bovina (SMIL, 2002). Quando esses números são ajustados para o peso comestível (geralmente o animal inteiro não pode ser comido), a vantagem de comer insetos se torna ainda maior (VAN HUIS, 2013). Nakagaki e Defoliart (1991) estimaram que até 80% de um grilo é comestível e digerível em comparação com 55% para galinhas e porcos e 40% para o gado. Isso significa que os grilos são duas vezes mais eficientes na conversão de ração para carne que o frango, pelo menos quatro vezes mais eficiente que os porcos e 12 vezes mais eficientes que o gado.

4.2. Produção de Gases de Efeito Estufa e Consumo de Água Pelos Insetos

Entre as espécies de insetos, apenas baratas, cupins e escaravelhos produzem CH₄ (HACKSTEIN & STUMM, 1994), que se origina da fermentação bacteriana por *Metanobacteriaceae* no intestino posterior (EGERT et al., 2003). No entanto, os insetos considerados viáveis para consumo humano no oriente incluem espécies como larvas de tenébrio, grilos e gafanhotos, que emitem cerca de 100 vezes menos gases de efeito estufa quando comparados a porcos e gado de corte (OONINCX et al., 2010). O excremento do gado (urina e estrume) também contribui para a poluição ambiental liberando amônia que pode levar à nitrificação e acidificação do solo (AARNINK et al., 1995). Grilos, gafanhotos e larvas de tenébrio também se comparam favoravelmente aos porcos em emissões de amônia, cerca de dez vezes menos como relatado por Oonincx (OONINCX et al., 2010).

O consumo de água pelos animais de culturas tradicionais consumida para o seu desenvolvimento também é bem elevado ao se comparar com os insetos. São gastos em média 15.500 L de água para produzir 1 kg de carne bovina, 4.800L de água para produzir 1 kg de carne suína e 3.900 L de água para produzir 1 kg de carne de frango (WATER FOOTPRINT, 2007), enquanto para produção de 1 kg de insetos são gastos em média 2.300L de água (REVISTA ÉPOCA NEGÓCIOS, 2018), conforme ilustrado na figura 1.

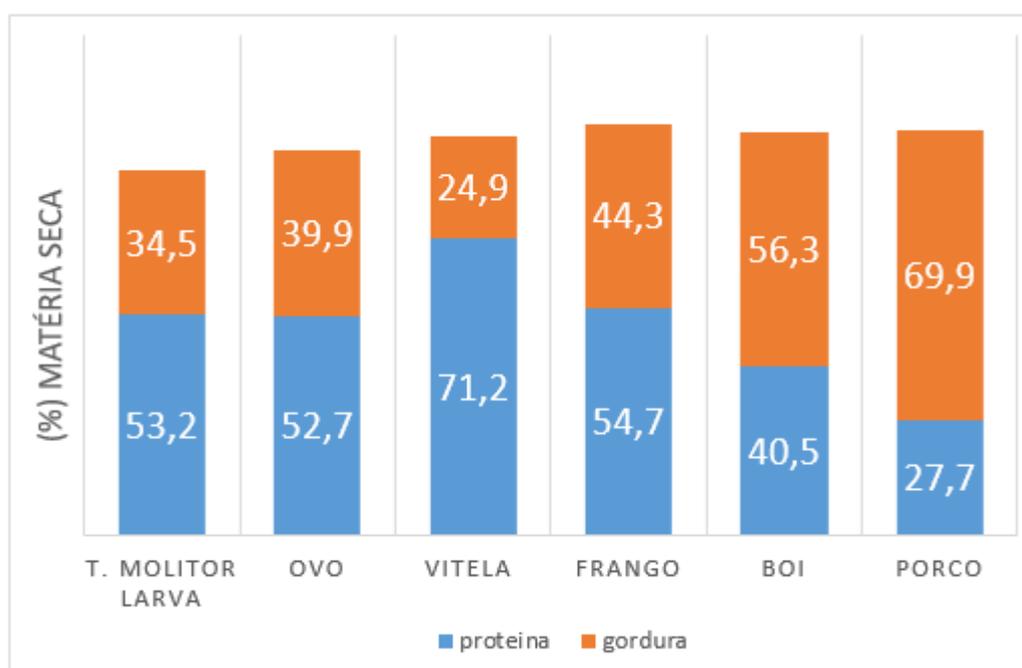
Figura 1. Consumo de água por animal (Adaptado de WATER FOOTPRINT, 2007; REVISTA ÉPOCA NÉGOCIOS, 2018).



4.3. Valor Nutricional e Níveis de Proteínas dos Insetos

Graças ao seu valor nutricional, os insetos foram avaliados como uma alternativa interessante de alimentos e rações. De acordo com vários estudos, eles oferecem uma importante fonte de minerais e lipídios e, acima de tudo, proteínas (RUMPOLD & SCHLUTER, 2013; FINKE, 2012; DURST & SHONO, 2010; NG, LIEW, ANG, & WONG, 2001; RAMOS-ELORDUY & PINO, 1990). Os insetos, sobre tudo a larva *Tenébrio molitor L.* que é objeto desse estudo, apresenta em média 50 g de proteína para 100 g de base seca de larva e 30 g de gordura para 100 g de base seca de larva (ADÁMKOVÁ et al, 2016; CORTEZ ORTIZ et al., 2016; OSIMANI et al., 2016; RUMPOLD & SCHLÜTER, 2013), o que é bastante superior em relação a concentração proteica se comparado a outros animais como mostra a figura 2.

Figura 2. Comparação dos teores de proteína e gordura (% matéria seca) (Fonte: USDA, 2015).



Além do fato de insetos serem importante fonte de proteínas, outros nutrientes também chamam a atenção da indústria avícola, por exemplo. Nessa indústria

gafanhotos, grilos, baratas, cupins, piolhos, percevejos, cigarras, pulgões, besouros, lagartas, moscas, pulgas, abelhas, vespas e formigas foram usados e vem sendo pesquisadas como fontes alimentares complementares para aves (RAVINDRAN & BLAIR, 1993). As aves, por exemplo, necessitam de proteínas para o seu desenvolvimento e também aminoácidos como lisina, metionina e cistina que os insetos podem oferecer. Além disso, estudos indicam que a quitina, um polissacarídeo encontrado no exoesqueleto de insetos, pode ter um efeito positivo no funcionamento do sistema imunológico. Em vários estudos, sugeriu-se que a quitina é um alérgeno (MUZZARELLI, 2010). No entanto, a quitina e seu derivado, a quitosana, em vez de agir como alérgenos, foram encontradas propriedades que poderiam melhorar a resposta imune de grupos específicos de pessoas (GOODMAN, 1989; MUZZARELLI, 2010). Isso, poderia melhorar o funcionamento do sistema imunológico, tornando-o uma alternativa promissora aos antibióticos atualmente usados na pecuária.

4.4. Avaliação da Introdução de Larvas de *Tenébrio molitor L.* Como Ração Para Frangos e Peixes

Segundo a Embrapa (EMBRAPA, 2018), uma pesquisa realizada entre Brasil e Camarões cujo objetivo é analisar a possibilidade de substituir a ração convencional de peixes e aves por uma dieta equilibrada com insetos vem alcançando bons resultados. Nesta pesquisa os experimentos foram conduzidos introduzindo até 60% de insetos na dieta de bagre africano e 15% para tilápia e frango de corte e observou-se que a aceitação foi expressiva em ambos os casos. Além disso, a Embrapa ressalta os impactos sobre a redução da expansão de áreas plantada e consequente redução do desmatamento, além da diminuição da pesca predatória para a produção de farinha de peixe que pode ser amenizado com a introdução de insetos em rações de animais. Outro fator importante é que insetos podem utilizar resíduos como fonte de alimento, a empresa ressalta que este aspecto pode ser forte aliado a redução de lixo orgânico produzido minimizando o impacto ambiental causado pelos insetos.

Biasato (2016) avaliou a inclusão de larvas de *Tenébrio molitor L.* em dietas para frangos de corte. Foram estudados 160 pintos de corte machos com um dia de vida, esses animais foram distribuídos em 4 grupos aos quais, 1 grupo foi o grupo de controle e os outros foram alimentados com uma ração que incluía 50, 100 e 150 g de larvas/kg de ração. Os animais foram abatidos com 53 dias e chegou-se à conclusão que o incremento do *Tenébrio* pode melhorar o peso corporal e a ingestão de ração, mas é preciso fazer estudos para melhorar a resposta a eficiência alimentar e a morfologia

intestinal que foram afetadas nos grupos aos quais incluía 100 e 150 g de larvas/kg de ração.

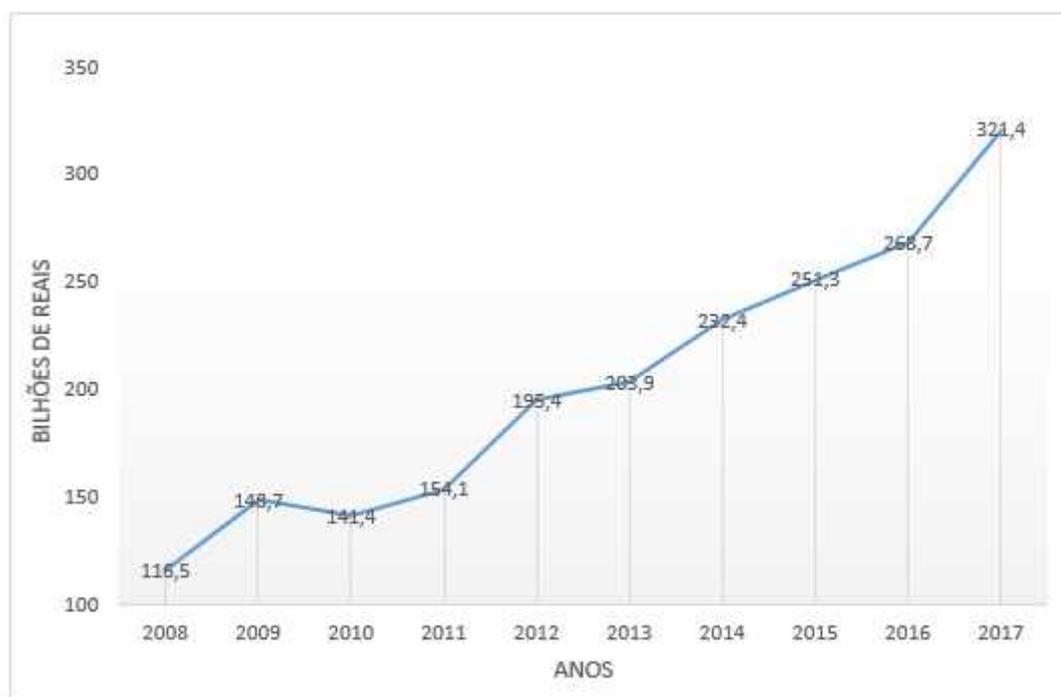
Já Lira (LIRA, 2015) em avaliação da farinha de tenébrio na alimentação de juvenis de Tambaqui avaliou a farinha da larva do inseto *Tenébrio molitor L.* como ingrediente alternativo na alimentação de juvenis de tambaqui, tendo como indicadores, além do desempenho zootécnico dos peixes, a digestibilidade deste ingrediente na dieta. Neste de ensaio 60 peixes foram distribuídos em 6 tanques, a metade dos grupos de peixes foram alimentados com dieta teste contendo 10, 20 e 30% do ingrediente farinha de larva de tenébrio, simultaneamente os outros grupos foram alimentados com a dieta base de mesma composição, com exceção do ingrediente teste, a farinha de inseto. Este estudo durou 45 dias e mostrou que o tambaqui tem grande capacidade de digerir e absorver os nutrientes contidos na farinha de larvas de *Tenébrio molitor L.*, sugerindo que esse ingrediente tem potencial para uso na alimentação de peixes. As variáveis do desempenho produtivo (Ganho de Peso, Ganho de Peso Diário, Conversão Alimentar Aparente, Taxa de Crescimento Específico, Taxa de Crescimento Relativo, Taxa de Eficiência Proteica, Índica Hepato-somático, Índice Viscero-somático Fator de Condição e Taxa de Sobrevivência) não diferiram estatisticamente entre os tratamentos ($P < 0,05$), quando incluídos níveis crescente (10, 20 e 30%) de farinha de tenébrio na ração controle. Os níveis de inclusão não afetaram os indicadores de crescimento dos peixes, nas condições experimentais em estudo.

Foi verificado em estudo que peixes e codornas japonesas alimentados com rações contendo grilos, em substituição de até 50% dos componentes tradicionais das rações, podem apresentar melhor desempenho para crescimento e maior produção de ovos, respectivamente, quando comparados a animais que receberam dietas tradicionais (HUIS et al., 2013).

4.5. AVALIAÇÃO DO SETOR AGRÍCOLA E MERCADO PRODUTOR DE RAÇÕES PARA AVES E PEIXES

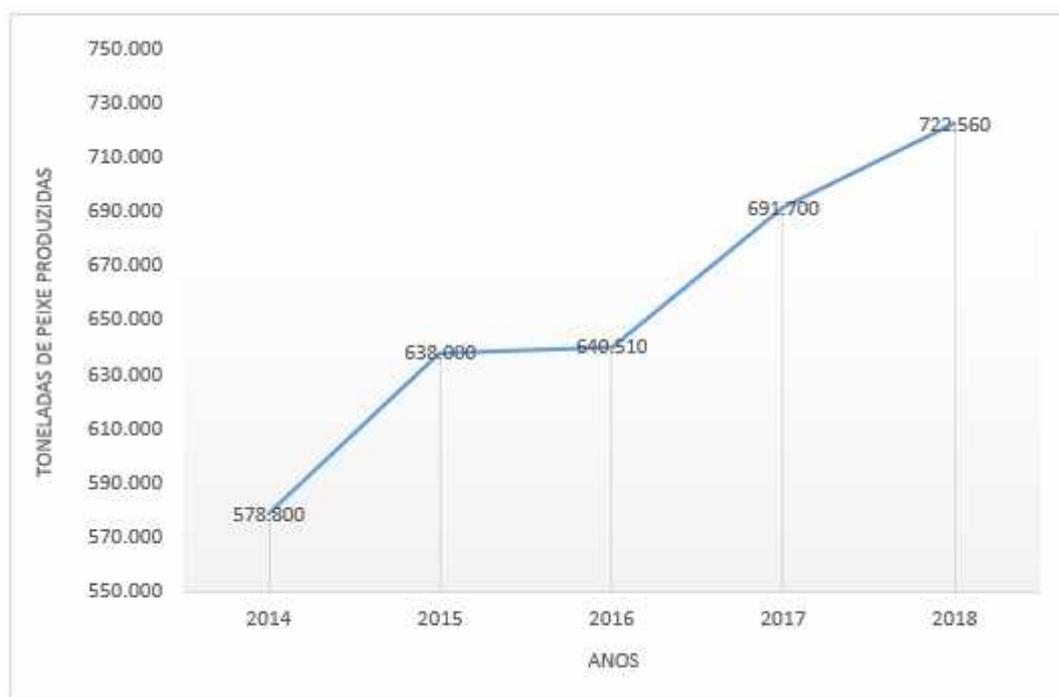
Para critério de análise de mercado e comprovar a necessidade de diversificação da formulação de rações. Em 2016 no Brasil a produção agrícola gerou R\$ 321,4 bilhões, segundo o IBGE em reportagem publicada no portal G1, esse ano foi 7° ano consecutivo de crescimento da agricultura brasileira e o maior em valor da produção agrícola como mostrado na figura 3.

Figura 3. Evolução da produção agrícola no Brasil (Fonte: G1, 2017).



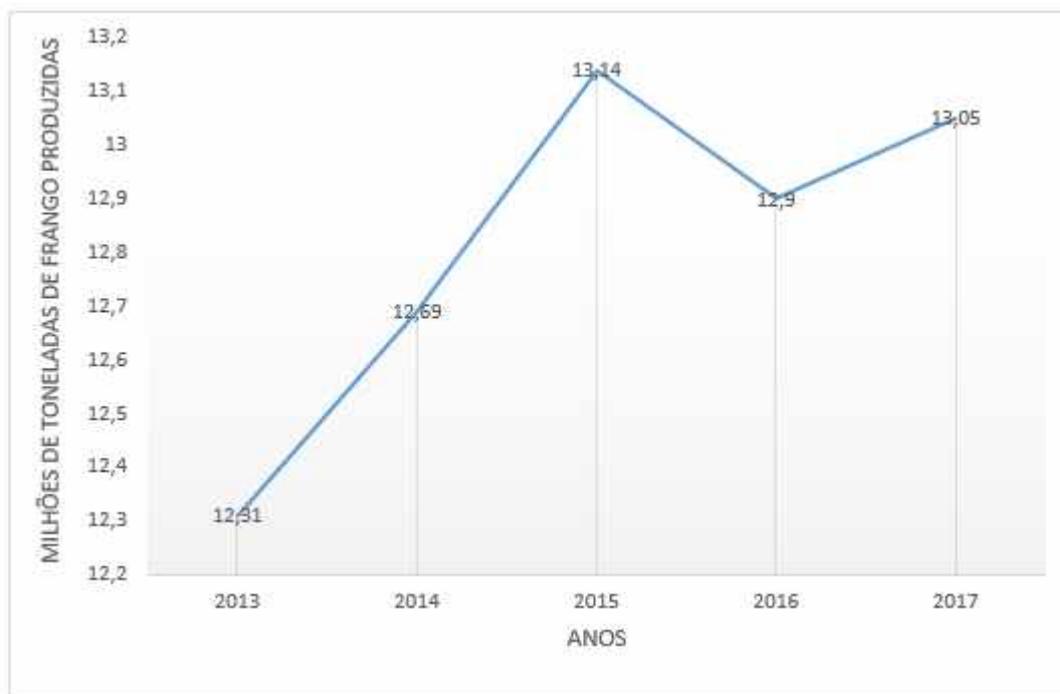
Além disso, a piscicultura, que pode ser a maior beneficiária de rações a base de insetos e também está crescendo desde 2014 destacando o crescimento de 4,5% em toneladas de peixe em 2018 em relação a 2017, conforme a figura 4 de acordo com o anuário do peixe de 2019.

Figura 4. Evolução da produção de peixe no Brasil (Fonte: anuário do peixe, 2019).



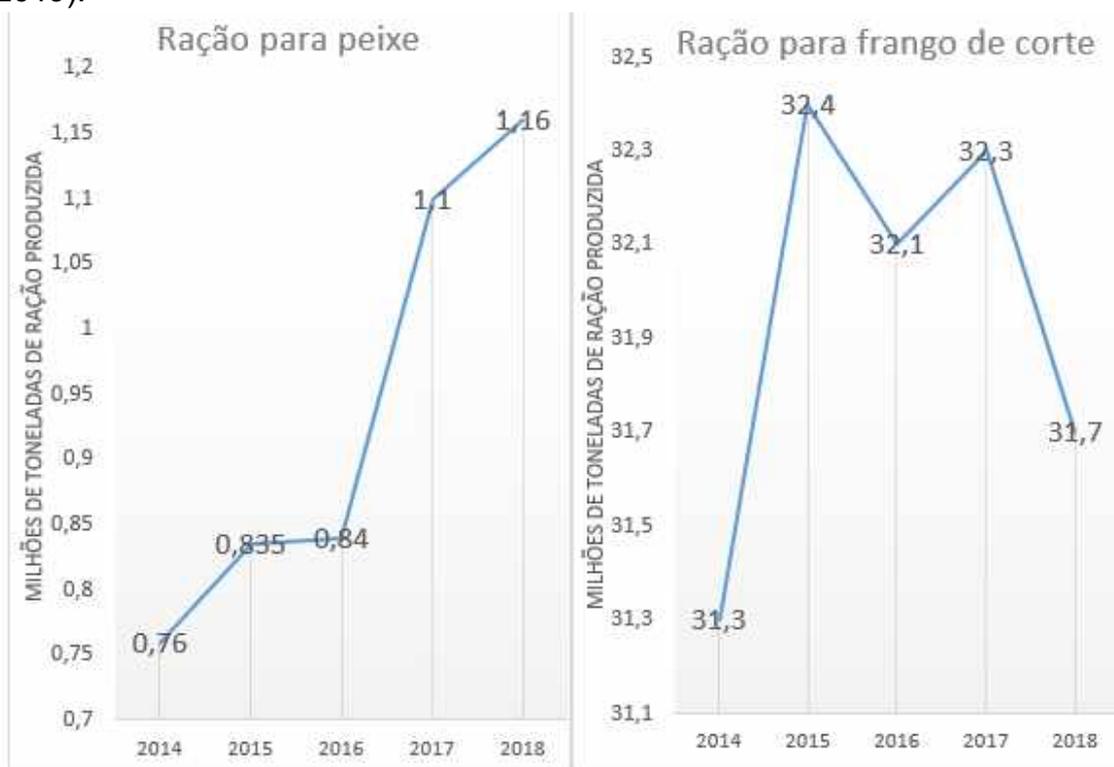
Além desta cultura, a avicultura que também pode ser outra beneficiária de rações formuladas a partir de insetos tem sua produção estável no Brasil, conforme indicado na figura 5.

Figura 5. Evolução da produção de frango de corte no Brasil (Fonte: ABPA, 2018).



No que se diz a respeito à ração animal, os dados apresentados na figura 6 mostram, segundo o Sindirações, a evolução da quantidade de rações produzidas no Brasil para peixes e frango de corte. Percebe-se na figura 6 o mesmo comportamento observado na figura 4 e 5, temos aqui um crescente aumento de produção para peixes e um cenário estável para frangos. No entanto, este último destaca-se pela grande quantidade de ração produzida, número superior à 30 milhões de toneladas em 2018. Em relação a produção de ração mundial, em 2019, a pesquisa Alltech Global Feed Survey 2019 publicado no site avicultura industrial indicou que a produção mundial de rações apresentou aumento de 3% em relação a 2018 atingindo 1.103 bilhão de toneladas. E registra que o Brasil se destaca em 3º lugar de volume de rações produzidas e fábricas instaladas no país.

Figura 6. Evolução da produção de rações no Brasil (Fonte: Sindirações, 2019).



Portanto, para suprir as necessidades alimentares do crescente cardume e avicultura brasileira é necessário rações alternativas, rações estas cuja produção não implique em aumentar a área plantada de soja e milho que conseqüentemente aumentará o desmatamento potencializando o aquecimento global.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. PRODUÇÃO DO TENÉBRIO MOLITOR L.

Foi feito um acompanhamento da produção de *Tenébrio molitor* L. em um criador particular, em Uberlândia Minas Gerais, que produz o mesmo de forma tradicional de acordo com conhecimento popular para criação e manejo da espécie. As larvas do inseto (figura 7) que é o estágio juvenil da espécie foram criadas em potes de plástico imersas em meio a fubá de milho que foi trocado semana após semana para garantir alimento em abundância. As larvas foram separadas das outras fases da vida deste inseto (pulpa e besouro) para não haver canibalismo e elas terem condições ótimas de desenvolvimento. A fonte de água para elas foram fatias de batata que foram trocadas semana após semana e todo o experimento levou-se 6 meses.

Figura 7. Produção de larvas de *Tenébrio molitor* L. (Fonte: Autor).



A pulpa, fase imóvel da larva para sua transformação em besouro, e o besouro, estágio adulto e reprodutivo da espécie, foram criados em outros recipientes separados, para promover condições ótimas de desenvolvimento e não haver canibalismo conforme mostrado na figura 8. Os besouros foram criados com as mesmas condições das larvas e, em seu recipiente foram colocadas caixas de ovos para promover um terreno ideal para os besouros circularem, o macho encontrar a fêmea e essa fazer um ninho para postura dos ovos.

Figura 8. Produção de besouros de *Tenébrio molitor* L. (Fonte: Autor).



5.2. PRODUÇÃO DA RAÇÃO A BASE DE TENÉBRIO

As rações são tradicionalmente produzidas por um processo de moagem dos grãos e outros componentes que farão parte da ração, depois disto dosa-se esses componentes em porcentagens adequadas para os tipos de animais que essa ração é produzida, misturam-se esses componentes que por sua vez serão tratados para formar paletes ou grânulos que são o produto acabado. Para formular a ração a base de insetos,

utilizou-se a literatura estudada (EMBRAPA, 2018; BIASATO et al., 2016; LIRA, 2015; HUIS et al., 2013) e os conhecimentos tradicionais para a concepção deste produto.

Para a produção da ração, optou-se por incrementar as rações que já foram lançadas no mercado, como feito por Lira (2015). Foi escolhido a ração para o peixe Tambaqui para ser incrementada com larvas de *Tenébrio molitor L.* secas e moídas, a composição da ração está indicada na tabela 1.

Tabela 1. Níveis de ingrediente de uma ração de Tambaqui tradicional e com adição de larvas de tenébrio.

INGREDIENTES:	Níveis dos ingredientes por tratamento (%)	
	Controle	R1
Farinha de inseto	0,0	30,0
Fubá de Milho	13,0	12,0
Farelo de Soja	50,0	43,5
Sal	1,0	1,0
Vitamina C (35%)	0,2	0,2
Amido	6,3	6,3
Óleo de Milho	2,5	2,0
Fosfato bicálcico	2,0	2,0
Calcário	1,0	1,0
Farinha de carne	20,0	0,0
Fibra de trigo	3,0	1,0
Premix	1,0	1,0

R1 = Ração com 30% de farinha de inseto.

5.3. METODOLOGIA

Neste estudo foram analisadas a concentração proteica, a concentração de lipídeos e avaliou-se a produção de ração a base de larvas de *Tenébrio molitor L.* desidratadas e moídas. Para analisar a contração proteica das larvas desidratadas e moídas foi utilizado o método de Kjeldahl em triplicata (PURSCHKE et al, 2017) onde se utilizou a equação 1 proposta pelo método de Kjeldahl para calcular o teor de proteínas do material. Já para analisar os lipídeos foi utilizado o método de Soxlet (PURSCHKE et al, 2017), cujo teor de lipídeos foi encontrado pela diferença de peso do balão de fundo chato antes e após o procedimento de Soxlet. E para avaliação da produção de ração a base de insetos foi baseado no trabalho de Lira (2015).

Equação 1. Equação do teor de proteínas pelo método de Kjeldahl

$$\% \text{ Prot éna brut a} = \frac{(V_a - V_b) * N * 0,014 * 100 * 6,25}{p}$$

6. RESULTADOS

6.1. AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO PROTEICA E DE LIPÍDEOS DO TENÉBRIO

Utilizou-se o método Kjeldahl feito em triplicata para avaliar a concentração proteica das larvas de tenébrio secas e trituradas. Encontrou-se o valor de 46% que está representado na tabela 2, este valor que está de acordo com a literatura estudada tendo variado em 4,1% do valor relatado por Adámková (2016).

Tabela 2. Concentração proteica da larva desidratada de tenébrio.

	EXP. 1 (%)	EXP. 2 (%)	EXP. 3 (%)	Média	Desvio Padrão
Valores	45,7	44,3	47,8	45,9	1,45

Para analisar a concentração de lipídeos foi utilizado o método de Soxlet feito uma única vez e através deste método obteve-se o valor 31,6% para concentração de gordura nas larvas de tenébrio secas e moídas. Este valor variou muito pouco, cerca de 1,6%, em relação ao valor da literatura utilizada para comparação (ADÁMKOVÁ et al., 2016). Esta variação pode ser considerada desprezível e o resultado encontrado está coerente com o da literatura estudada.

6.2. RESULTADOS DO ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO DE TENÉBRIO

O acompanhamento a produção particular de *Tenébrio molitor L.* foi feito em seis meses e foi possível produzir mais de 1 kg de larvas, um número ótimo para uma produção que começou com 60 besouros e poucas larvas. Além disso, o espaço utilizado para produzir esses insetos consumiu um metro quadrado de área e 10 centímetros de altura e notou-se a possibilidade de se empilhar as caixas onde são criados os insetos por não haver a necessidade de luz ou ventilação para eles.

Verificou-se que o *Tenébrio molitor L.*, que é um inseto calmo e de fácil manejo e que vive no escuro enterrado em meio a farelos da produção agrícola, possui características prosperas para produção de sua larva em larga escala no Brasil. A espécie espanta por sua reprodução, algo entre 500 a 1000 larvas por cada coleóptero (besouro de *Tenébrio molitor L.*). Além disso, a espécie se adapta a temperaturas de 21-

32°C e condições de clima tropical encontradas no Brasil. Ademais, não é registrado a causa ou a transmissão de doenças por este inseto em todo mundo e o *Tenébrio molitor L.* não é peçonhento. Seu ciclo de vida dura em torno de 4 a 5 meses e possui, como já citado, três estágios de desenvolvimento: larva, pupa e besouro conforme a figura 9 representa.

Figura 9. Ciclo de vida do *Tenébrio molitor L.* representação esquemática (Fonte: Autor).



7. AVALIAÇÃO ECONÔMICA

7.1. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE LARVAS DE TENÉBRIO

Para a criação das larvas de *Tenébrio molitor L.* foram gastos um total de seis meses. Durante esses seis meses os tenébrios foram criados em um criatório particular localizado na cidade de Uberlândia e foram usados os seguintes equipamentos: prateleiras, bandejas, triturador, estufa e embalagens para sua criação e transformação de suas larvas em um farelo desidratado. Além disso, os insetos foram alimentados com fubá de milho. Os equipamentos físicos encontram-se representados na tabela 3 com seus respectivos valores e referência de onde estes foram extraídos.

Tabela 3. Equipamentos estimados para produção de tenébrios.

Equipamentos:	Preço	Referência
Prateleira (150x100x50cm)	R\$ 114,90	Cotação Mercado livre 28/11/2019
Dormentes para as prateleiras	R\$ 1,30	Cotação Telha norte 28/11/2019
Triturador orgânico	R\$ 899,99	Cotação Loja mecânico 28/11/2019
Estufa com recirculação	R\$ 1.189,98	Cotação Bioshop 28/11/2019
Embalagem (2 L, 2000 unidade)	R\$ 90,00	Cotação Mercado livre 05/12/2019

A critério de avaliar preliminarmente o potencial econômico das larvas de *Tenébrio molitor L.* foram feitos cálculos para estimar o investimento inicial necessário para produzir 100 kg de larvas de tenébrio por mês. No acompanhamento da produção particular de tenébrios observou-se que é possível produzir cerca de 1 kg de larva por metro quadrado, assim calculou-se que para essa operação de produção de 100 kg de larvas por mês seriam necessários 600 prateleiras, 9600 dormentes para serem colocados ao redor dos pratos das prateleiras, 1 triturador, 1 estufa para produzir as larvas secas e 12000 embalagens para acondicionar a produção. Portanto, o investimento inicial para a compra desses equipamentos para produção de 1 ano foi estimado em R\$ 84.047,97.

O espaço ocupado por esta operação foi estimado em 900 m² deixando um espaço de 50 cm de cada lado das prateleiras para realização do manejo. Além disso, o valor estimado para gastos com mão de obra, gastos com água e energia, aluguel e despesas financeiras encontram-se na tabela 4.

Para a alimentação dos animais foi observado que foram gastos 200g de fubá de milho semanalmente que serviu como fonte de alimento e uma batata inglesa que foi fatiada e servida semanalmente como fonte de água para as larvas. No período de 6 meses foram criadas 1 kg de larvas de tenébrio e o custo semanal de fubá de milho saiu por R\$0,30 em média e para batata inglesa o custo semanal saiu por \$0,05 em média. O total gasto para produzir 1 kg de larvas foi estimado de R\$ 8,40, valor que poderia ter sido reduzido ainda mais se os insetos tivessem sido criados restos de lavoura secos.

No mercado essa farinha de inseto poderia ser vendida por R\$ 104,33 cada 500 g (preço cotado em mercado livre 05/12/2019) levando em conta os valores nutricionais e para ser competitiva com outros produtos iguais a esse. Os valores de receita e lucro para essa operação se encontram na tabela 4.

Tabela 4. Avaliação econômica da produção de tenébrios.

Ingredientes:	Valor	Referência
Receita bruta em 1 ano	R\$ 250.392,00	Toda farinha produzida é vendida
Custo de alimentação	R\$10.080,00	Observado na produção particular
Mão de obra (4 trabalhadores)	R\$ 78.000,00	Salário referência de R\$ 1.500,00
Gasto com água (21 m ³)	R\$ 327,60	R\$ 1,30 valor do m ³ de água (DMAE)
Gasto com energia (157 kWh)	R\$ 1.846,32	R\$ 0,98 valor do kWh (CEMIG)
Aluguel	R\$ 14.400,00	Valor hipotético
Despesas financeiras	R\$ 0,00	Valor hipotético
Lucro operacional	R\$ 145.738,08	Valor estimado

Portanto, o investimento inicial nessa operação se paga em menos de um ano e o empreendimento começa a dar lucro em menos de um ano de operação também.

7.2. AVALIAÇÃO ECONÔMICA PRELIMINAR DA RAÇÃO

Para avaliar preliminarmente a viabilidade de incorporação de larvas *Tenébrio molitor L.* em rações de animais foi feito o procedimento de suplementação de rações tradicionais, assim como relatado por Lira (2015). Dentre as várias rações escolheu-se a de Tambaqui para fazer o procedimento de suplementação, a composição dessa se encontra na tabela 1.

O estudo preliminar para avaliar a viabilidade de adição de larvas de tenébrio nesta ração escolhida consistiu em substituir ingredientes da ração tradicional pelas larvas, conforme mostra a ração identificada por R1 na tabela 1. Portanto, para realizar isso, foi feita uma cotação dos ingredientes da ração tradicional apresentada na tabela 5 e, por fim, foi avaliado o valor que teria de ser comercializado as larvas de tenébrio para essa ração ser competitiva.

Tabela 5. Cotação dos ingredientes da ração tradicional de Tambaqui.

Ingredientes:	Preço	Referência
Fubá de Milho	R\$ 1.500,00 / ton	Cotação Mercado livre 27/11/2019
Farelo de Soja	R\$ 1.300,00 / ton	Cotação 27/11/2019 RS
Sal	R\$ 9,00 / 25 kg	Cotação mfrural 28/11/2019
Vitamina C (35%)	R\$ 35,11 / kg	Cotação Adicel 28/11/2019
Amido	R\$ 2.194,00 / ton	Cotação Br investing 28/11/2019
Óleo de Milho	R\$ 6,39 / kg	Cotação Lisa 28/11/2019
Fosfato bicálcico	R\$ 60,00 / 12,5 kg	Cotação Mercado livre 28/11/2019
Calcário	R\$ 16,00 / 40 kg	Cotação Mercado livre 28/11/2019
Farinha de carne	R\$ 130,00 / 10 kg	Cotação Mercado livre 28/11/2019
Fibra de trigo	R\$ 480,00 / ton	Cotação clicmercado 27/11/2019

Premix para peixes	R\$ 1.097,40 / 20 kg	Cotação Mercado livre 28/11/2019
--------------------	----------------------	----------------------------------

Estima-se, segundo cálculos, que para produzir 1 kg da ração tradicional ou ração de controle identificada na tabela 1 é estimado um valor de R\$ 4,48. O valor total dos ingredientes da ração R1 identificada na tabela 1, sem contar a farinha de larvas de tenébrio, foi estimado em R\$ 1,74. Portanto, o valor do quilo de larvas de tenébrio a ser comercializado para se mostrar competitivo frente à farinha de carne é de R\$ 9,14. Ao se levar em conta que o custo da produção estimado foi de R\$ 8,40 e que há margem desse valor ser drasticamente reduzido ao se trocar a alimentação de fubá de milho por restos de lavoura, portanto, se comprova a viabilidade de produção de rações para Tambaqui a base de larvas de tenébrio.

8. CONCLUSÃO

Conclui-se que o incremento de rações de animais principalmente de peixes e frango de corte por larvas de *Tenébrio molitor L.* secas e moídas é uma alternativa promissora. Além de possuírem elevados níveis de concentração proteica e de lipídeos como os identificados pelo método de Kjeldhal e Soxlet (46% e 31,6% respectivamente), o tenébrio tem a característica de se reproduzir em grande número, curto ciclo de vida, adaptabilidade a locais insalubres a outros animais e pode se alimentar de restos de lavoura ou restos de alimentos desprovidos de óleo e secos. Ademais, esses insetos, como identificados na produção particular acompanhada, são propícios para produção em larga escala sem demandar grandes porções de terra, portanto, não oferecendo risco a aumentar a expansão de terras e conseqüente desmatamento. Pode-se ressaltar ainda que as estimativas de avaliação econômica preliminar de uma farinha de larvas de *Tenébrio molitor L.* foi bem sucedido, sendo que o investimento inicial gasto se paga em menos de um ano. Ademais, a avaliação econômica para suplementar rações tradicionais com larvas de tenébrio se mostra promissora, o custo para produção de 1 kg de tenébrios foi estimado em R\$ 8,40 e para esse ingrediente ser competitivo deve ser vendido a R\$ 9,15, no entanto, há margem do custo para produção dos tenébrios ser reduzido se o alimento deles for trocado por restos de lavoura seca.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARNINK, A.J.A.; KEEN, A.; METZ, J.H.M.; SPEELMAN, L.; VERSTEGEN, M.W.A. **Ammonia emission patterns during the growing periods of pigs housed on partially slatted floors**. Journal of Agricultural Engineering Research, 1995.

ABPA. **Relatório anual**, 2018. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>> Acessado em 16 de setembro de 2019.

ADÁMKOVÁ, A.; KOUŘIMSKÁ, L.; BORKOVCOVÁ, M.; KULMA, M.; MLČEK, J. **Nutritional values of edible Coleoptera**. República Tcheca: Journal of Food Sciences, 2016.

AVICULTURA INDUSTRIAL. **Produção mundial de rações registrou aumento de 3%, revela Alltech Global Feed Survey**, 2019. Disponível em: <<https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/producao-mundial-de-racoes-registrou-aumento-de-3-revela-alltech-global-feed/20190204-114512-c172>> Acessado em 08 de setembro de 2019.

PURSCHE, B.; SANCHEZ, Y. D. M.; JÄGER, H. **Food Science and technology**, Novembro 2017.

BIASATO, I.; DE MARCO, M.; ROTOLO, L.; RENNA, M.; LUSSIANA, C.; DABBOU, S.; CAPUCCHIO, M. T.; BIASIBETTI, E.; COSTA, P.; GAI, F.; POZZO, L.; DEZZUTTO, D.; BERGAGNA, S.; MARTÍNEZ, S.; TARANTOLA, M.; GASCO, L.; SCHIAVONE, A. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, December 2016.

CHAPAGAIN, A. K.; HOEKSTRA, A. Y. **Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. value of water research**. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2003.

COLLAVO, A.; GLEW, R. H.; HUANG, Y. S.; CHUANG, L. T.; BOSSE, R.; PAOLETTI, M. G. **Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails**. New Hampshire: Science Publishers, 2005.

CORTEZ ORTIZ, J.; TORRES RUIZ, A.; MORALES-RAMOS, J. A.; THOMAS, M.; ROJAS, M.; TOMERLIN, J. **Insect mass production technologies**. Almería: Insects as Sustainable Food Ingredients, 2016.

DURST, P. B.; SHONO, K. **Edible forest insects: Exploring new horizons and traditional practices. proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development.** Bangkok: Forest insects as food: Humans bite back, 2010.

EGERT, M.; WAGNER, B.; LEMKE, T.; BRUNE, A.; FRIEDRICH, M.W. **Microbial community structure in midgut and hindgut of the humus-feeding larva of *Pachnoda ehippiata* (Coleoptera: Scarabaeidae).** Applied and Environmental Microbiology, 2003.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, **World agriculture: towards 2015/2030**, 2006. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-y4252e.pdf>> Acesso em: 08 de Setembro de 2019.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, **Assessing the potential of insects as food and feed in assuring food security. Technical Consultation Meeting**, 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/901168/>> Acesso em: 04 de Setembro de 2019.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, **State of the world fisheries**, 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/901168/>> Acesso em: 07 de Setembro de 2019.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, **Edible Insects: a solution for food and feed security**, 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i3253e/i3253e00.htm>> Acesso em: 06 de Setembro de 2019.

SINIMBU F. **PESQUISA INTERNACIONAL INDICA INSETOS PARA ALIMENTAR PEIXES E AVES**, 2018. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/38255593/pesquisa-internacional-indica-insetos-para-alimentar-peixes-e-aves>> Acessado em 16 de outubro de 2019.

FINKE, M. D. **Complete nutrient content of four species of feeder insects.** Zoo Biology, 2012.

GHALY A. E.; ALKOAİK F. N. **The yellow mealworm as a novel source of protein.** American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 2009.

GOODMAN, W. G. **Chitin: A magic bullet?** The Food Insects Newsletter, 1989.

HACKSTEIN, J. H.; STUMM, C. K. **Methane production in terrestrial arthropods.** Estados Unidos: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 1994.

HUIS, A. V. et al. **Edible insects: Future prospects for food and feed security,** 2013. Disponível em <<http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>> Acessado em 02 de junho de 2019.

LIRA J. A. Avaliação da farinha de tenébrio na alimentação de juvenis de tambaqui, 2015. Disponível em: <<http://pqaquicultura.inpa.gov.br/pqaquicultura/imagens/Joselia%20Lira.pdf>> Acessado em 02 de junho de 2019.

MEDEIROS A. et al. **Anuário Brasileiro da Piscicultura,** 2019. Disponível em <<https://www.peixebr.com.br/Anuario2019/AnuarioPeixeBR2019.pdf>> Acessado em 23 de setembro de 2019.

MELO L. **Produção agrícola brasileira atinge R\$ 319,6 bilhões em 2017 e tem 1ª queda em 7 anos,** 2018. Disponível em <<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2018/09/13/producao-agricola-brasileira-atinge-r-3196-bilhoes-em-2017.ghtml>> Acessado em 02 de outubro de 2019.

MUZZARELLI, R. A. A. **Chitins and chitosans as immunoadjuvants and non-allergenic drug carriers.** Marine Drugs, 2010.

NAKAGAKI, B. J.; DE FOLIART, G. R. **Comparison of diets for mass-rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a novelty food, and comparison of food conversion efficiency with values.** Livestock: Journal of Economic Entomology, 1991.

NG, W. K.; LIEW, F. L.; ANG, L. P.; WONG, K. W. **Potential of mealworm (*Tenebrio molitor*) as an alternative protein source in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus*.** Aquaculture Research, 2001.

OONINCX, D. G. A. B.; VAN ITTERBEECK, J.; HEETKAMP, M. J. W.; VAN DEN BRAND, H.; VAN LOON, J.; VAN HUIS, A. **An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption.** Plos One, 2010.

OSIMANI, A.; GAROFALO, C.; MILANOVIĆ, V.; TACCARI, M.; CARDINALI, F.; AQUILANTI, L.; CLEMENTI, F. **Insight into the proximate composition and microbial diversity of edible insects marketed in the European Union.** European Food Research and Technology, 2016.

PRADO A. L. **Por que insetos podem se tornar a nova carne**, 2018. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/Mundo/noticia/2018/07/por-que-os-insetos-podem-se-tornar-nova-carne.html>> Acessado em 09 de outubro de 2019.

RAMOS-ELORDUY, J.; PINO, J. M. M. **Variation de la valeur nutritive de Tenebrio molitor L élevé sur différents substrats.** In F. Fleurat-Lessard, & P. Ducom (Eds.), Proceedings of the 5 th. International Work Conference on Stored Product Protection, 1990.

RAVINDRAN, V.; BLAIR, R. **Feed resources for poultry production in Asia and the Pacific.** World's Poultry Science Journal, 1993.

RUMPOLD, B. A.; SCHLÜTER, O. K. **Nutritional composition and safety aspects of edible insects.** Molecular Nutrition and Food Research, 2013.

SACHS, J. **Rethinking macroeconomics: knitting together global society.** The Broker, 2010.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Relatório anual, 2019. Disponível em: <<https://sindiracoes.org.br/produtos-e-servicos/boletim-informativo-do-setor/>> Acessado em 11 de agosto de 2019.

SMIL, V. **Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins.** Enzyme and Microbial Technology, 2002.

USDA, Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, Base de dados. Disponível em: <www.ndb.nal.usda.gov Accessed 15 Jan 2015> Acessado em 08 de agosto de 2019.

VANHUIS, A.; ITTERBEEK, J.V.; KLUNDER, H.; MERTENS, E.; HALLORAN, A.; MUIR, G.; VANTOMME, P. **Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security**, 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>> Acessado em 22 de outubro de 2019.

WATER FOOTPRINT. Base de dados sobre consumo de água de diversos animais. Disponível em: <<http://virtualwater.eu/>> Acessado em 26 de agosto de 2019.

ZHANG W. J.; BAI C. J.; LIU G. D. **A longer-term forecast on global supply and demand of food products**. Journal of Food, Agriculture and Environment, 2007.

ZHANG W. J. **A forecast analysis on world population and urbanization process**. Environment, Development and Sustainability, 2008.