

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

**GABRIELA DE SOUZA PERES CARVALHO**

**INCLUSÃO DE LARVAS DESIDRATADAS DE *Tenebrio molitor* EM RAÇÕES  
PELETIZADAS PARA PAPAGAIO VERDADEIRO (*Amazona aestiva*)**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

**ANIMAL**

**GABRIELA DE SOUZA PERES CARVALHO**

*Zootecnista*

**INCLUSÃO DE LARVAS DESIDRATADAS DE *Tenebrio molitor* EM RAÇÕES  
PELETIZADAS PARA PAPAGAIO VERDADEIRO (*Amazona aestiva*)**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rosemeire da Silva Filardi  
**Orientadora**

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

C331i Carvalho, Gabriela de Souza Peres.  
Inclusão de larvas desidratadas de *Tenebrio molitor* em rações peletizadas para papagaio verdadeiro (*Amazona aestiva*) / Gabriela de Souza Peres Carvalho. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021  
54 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Ciência e Tecnologia Animal, 2021

Orientador: Rosemeire da Silva Filardi  
Inclui bibliografia

1. Nutrição animal. 2. Proteína de inseto. 3. Psitacídeos. 4. Digestibilidade aparente.

*Raiane da Silva Santos*  
Raiane da Silva Santos

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira



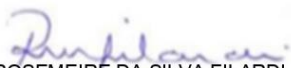
### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: INCLUSÃO DE LARVAS DESIDRATADAS DE *Tenebrio molitor* EM RAÇÕES PELETIZADAS PARA PAPAGAIO VERDADEIRO (*Amazona aestiva*)

**AUTORA: GABRIELA DE SOUZA PERES CARVALHO**

**ORIENTADORA: ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: Produção Animal pela Comissão Examinadora:

  
Profa. Dra. ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI (Participação Virtual)  
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia - UNESP - Câmpus de Ilha Solteira

  
Profa. Dra. AMANDA DA LAPA SILVA (Participação Virtual)  
Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG

  
Profa. Dra. ANANDA PORTELLA FÉLIX (Participação Virtual)  
Departamento de Zootecnia / Universidade Federal do Paraná / Curitiba/PR

Ilha Solteira, 12 de fevereiro de 2021

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

No ano de 2019 graduou-se em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista, Campus de Ilha Solteira, onde também cursou Mestrado no Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Animal. Atuou como voluntária no Zoológico de Ilha Solteira (2012-2019), como estagiária no Parque das Aves na Divisão de Bem-estar Animal/DBEA (2018), fez visita técnica na Fundação Parque Zoológico de São Paulo na Divisão de Nutrição Animal/DNA (2020). Durante a graduação foi bolsista do Projeto de Extensão “Desenvolvimento da Aquicultura na Região Noroeste do Estado de São Paulo” financiado pelo Ministério da Educação (MEC/Sesu), na pós-graduação foi bolsista CAPES. Também cursou Manejo e Conservação na Prática do Academia da Conservação (2020) e Nutrição e Manejo Alimentar de Animais Silvestres do Fauna em Foco (2020).

## **DEDICO**

Aos meus pais, **Daniela de Souza Peres Carvalho** (*in memoriam*) e **Ilton Ferreira de Carvalho**. A minha avó, **Sra. Lindenalva Benícia de Souza**. A todos profissionais e amigos que me inspiram.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais e avó por todos os sacrifícios e apoio, essenciais para a conclusão desta oportunidade. Sem eles jamais seria possível. Ubuntu.

A minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rosemeire da Silva Filardi, pela oportunidade, pela compreensão, e principalmente por acreditar. Sem você nada disso seria possível. Sou eternamente grata por cada ensinamento e pelo colo de mãe em um dos momentos mais difíceis da minha vida. Obrigada!

Ao Gustavo Seabra Ferreira, por acreditar e auxiliar com os materiais necessários para a realização do projeto. Muito obrigada por sua disposição e de sua equipe.

Aos Profs. Drs. Antônio Carlos de Laurentiz, Carlos Eduardo do Prado Saad e o Zootecnista Henrique Luis Tavares por todo o apoio e pela disponibilidade de me auxiliar em todos os momentos. Vocês me inspiram a querer sempre conhecer mais e superar as dificuldades.

A toda equipe do Zoológico de Ilha Solteira que disponibilizaram seu tempo e me auxiliaram durante todo o período experimental.

Ao Sr. Laércio, funcionário da Unesp – Campus de Araçatuba, onde produzi com seu auxílio a ração utilizada neste experimento. O Sr. foi peça chave para a realização desta pesquisa. Muito obrigada!

A todos os meus amigos que direta ou indiretamente fizeram parte, meu agradecimento mais sincero. Em especial: Gaby Soares de Freitas, Hugo Henrique Lopes e Cândida Martins de Moraes.

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

# CERTIFICADO DO COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Ilha Solteira

## CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Eficiência de utilização de dietas para Papagaios verdadeiros (*Amazona aestiva*) com inclusão de larvas de *Tenebrio molitor*" registrada com o n. 11/2019 sob a responsabilidade do Profa. Dra. Rosimeire da Silva Filardi- que envolve a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de **pesquisa científica (ou ensino)** foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS- CEUA da Faculdade de Engenharia da UNESP, Câmpus de Ilha Solteira.

*Este estudo será conduzido utilizando-se animais silvestres mantidos fora de instalações de instituições de ensino ou pesquisa científica. Neste caso, a responsabilidade no caso de eventual violação de normas ou de princípios éticos para a obtenção dos materiais descritos é do responsável pela atividade, compartilhada por sua equipe, nunca da CEUA institucional. Existe a necessidade de manter documentação que evidencie a origem do material de forma inequívoca, respeitando as normas estabelecidas pelo ANEXO - RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 40 DO CONSELHO NACIONAL DE CONTROLE DE EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL.*

Ilha Solteira, 29 de agosto de 2019

Profa. Dra. Cristiele da Silva Ribeiro

Presidente da Comissão de Ética em Uso de Animais



“O ser humano é uma criatura extraordinária, mas o modo como ele chegou onde está não importa. A evolução por si mesma não tem sentido se não formos capazes de fazer coisas grandes com o que somos agora”.

(Jane Goodall - Primatologista)

## RESUMO

A utilização da larva do tenébrio na alimentação animal é estudada e vista como uma opção proteica, seja *in natura*, através da desidratação das larvas ou na forma de farinha. Objetivou-se avaliar níveis de inclusão (0%, 4%, 8% e 12%) de larvas de *Tenebrio molitor* desidratadas e moídas de (LTDM) em rações peletizadas para papagaios verdadeiros (*Amazona aestiva*), bem como o consumo e digestibilidade dos nutrientes e energia. Vinte e quatro papagaios foram alojados em grupos de 3 por gaiola (0,75 cm x 0,75 cm x 1 m), representando uma unidade experimental e distribuídos em um delineamento em quadrado latino duplo (4X4), sendo 4 rações experimentais e 4 períodos de avaliação, portanto, 8 repetições por tratamento. Durante cada período (4 dias para a adaptação às rações experimentais e 4 dias para coleta total de excretas), foram quantificados o consumo de água, consumo e desperdício de ração e produção de excretas e determinada a composição das rações e das excretas. Posteriormente foram calculados os valores de ingestão de nutrientes e energia, os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), a energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn). A inclusão da LTDM em rações para papagaio verdadeiro não interferiu ( $P > 0,05\%$ ) no consumo de água, consumo voluntário de ração, digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes ou na metabolização da energia. O aproveitamento da proteína das dietas foi satisfatório quando se quantificou o balanço de nitrogênio, com valores positivos em todas as inclusões avaliadas. O aumento no nível de EMA e EMAn das rações foi notado a partir de 0,76% e 1,07% de inclusão de LTDM, respectivamente, entretanto esses aumentos não interferiram na ingestão diária de EMA (227,5 kcal/kg<sup>0,75</sup>) e EMAn (218,7 kcal/kg<sup>0,75</sup>). A inclusão de LTDM como fonte de proteína e de energia não comprometeu o aproveitamento dos nutrientes e a partir de 1,07% contribuiu para o aumento no teor de EMAn da ração.

**Palavras-chave:** Digestibilidade aparente. Psitacídeos. Proteína de inseto. Tenébrio.

## ABSTRACT

The use of mealworm in animal feed is studied and seen as a protein option, either in natura, through the dehydration of the larvae or in the form of flour. The objective was to evaluate levels of inclusion (0%, 4%, 8% and 12%) of dehydrated and ground *Tenebrio molitor* larvae (DGTL) in pelleted diets for turquoise-fronted amazon (*Amazona aestiva*), as well as the consumption and digestibility of nutrients and energy. Twenty four parrots were housed in groups of 3 per cage (0.75 cm x 0.75 cm x 1 m) representing an experimental unit and distributed in a double latin square design (4 X 4), with 4 experimental diets and 4 periods of avaluation, therefore, eight repetitions per treatment. During each period (4 days for adaptation to experimental rations and 4 days for total collection of excreta), water consumption, feed consumption and waste and excreta production were quantified and the composition of the rations and excreta was determined. Subsequently, the values of nutrient and energy intake, the apparent digestibility coefficients (ADC), the apparent metabolizable energy (AME) and the nitrogen balance (AMEn) were calculated. The inclusion of DGTL in diets for parrots did not interfere ( $P > 0.05\%$ ) in water consumption, voluntary feed intake, digestibility of dry matter and nutrients or metabolizability of energy. The use of protein in the diets was satisfactory when the nitrogen balance was quantified, with positive values in all evaluated inclusions. The increase in the level of AME and AMEn of the diets was noticed from 0.76% and 1.07% of inclusion of DGTL, respectively, however these increases did not interfere in the daily intake of EMA ( $227.5 \text{ kcal/kg}^{0.75}$ ) and AMEn ( $218.7 \text{ kcal/kg}^{0.75}$ ). The inclusion of DGTL as a source of protein and energy did not compromise the use of nutrients and from 1.07% contributed to the increase in the content of AMEn in the feed.

**Keywords:** Apparent digestibility. Insect protein. Mealworm. Pscittacine.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Alguns insetos utilizados na alimentação animal.....	23
<b>Figura 2</b> – Papagaios durante período experimental.....	39
<b>Figura 3</b> – Larvas de tenébrio desidratadas antes da seleção e moagem.....	41
<b>Figura 4</b> – Papagaio se alimentando da ração experimental, utilizando a língua para manipular o grânulo.....	47

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Recomendações nutricionais para psittaciformes.....	22
<b>Tabela 2</b> – Composição de larvas de tenébrio (com base na matéria seca) em diferentes formas de apresentação.....	26
<b>Tabela 3</b> – Perfis de aminoácidos e de ácidos graxos de larvas de tenébrio (com base na matéria seca) em diferentes formas de apresentação.....	27
<b>Tabela 4</b> – Composição das larvas de <i>Tenebrio molitor</i> desidratadas e moídas utilizadas nas rações experimentais.....	41
<b>Tabela 5</b> – Composição percentual das rações experimentais.....	42
<b>Tabela 6</b> – Composição nutricional calculada e analisada das rações experimentais.....	43
<b>Tabela 7</b> – Médias diárias de consumo de água, consumo e desperdício de ração de papagaios verdadeiros alimentados com rações contendo níveis de LTDM.....	46
<b>Tabela 8</b> – Ingestão de nutrientes (Ing.), matéria orgânica e energia bruta de papagaios verdadeiros alimentados com rações contendo níveis de LTDM....	48
<b>Tabela 9</b> – Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO) e coeficientes de metabolizabilidade aparente (CMA) da proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) de papagaios verdadeiros alimentados com rações contendo níveis de LTDM.....	50
<b>Tabela 10</b> - Balanço de nitrogênio (BN), nível e ingestão diária de Energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de rações para papagaios verdadeiros alimentados com rações contendo níveis de LTDM.....	51

## LISTA DE ABREVIações

- CETAS – Centro de Triagem de Animais Silvestres
- IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
- RENTAS – Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres
- ONU – Organização das Nações Unidas
- MMA – Ministério do Meio Ambiente
- NT – Near Threatened
- IPB – Instituto Pet Brasil
- TGI – Trato Gastrointestinal
- AAFCO – Association of American Feed Control Official
- AAs – Aminoácidos
- Vit - Vitaminas
- FAO – Food and Agriculture Organization
- OMS – Organização Mundial da Saúde
- T. molitor* – *Tenebrio molitor*
- Z. morio* – *Zophobas morio*
- AMPs – Antimicrobial peptides
- MS – Matéria seca
- PB – Proteína bruta
- EE – Extrato etéreo
- FB – Fibra bruta
- MO - Matéria orgânica
- EM – Energia metabolizável
- U – Umidade
- MF – Matéria fibrosa
- MM – Matéria mineral
- N – Nitrogênio
- Cz – Cinzas
- Ca – Cálcio
- P - Fósforo
- NA – Não analisado
- SISBIO – Sistema de autorização e informação em biodiversidade
- LTDM – Larvas de tenébrio desidratadas moídas

IMN – Ingestão de matéria natural

IMS – Ingestão de matéria seca

IPB – Ingestão de proteína bruta

CDA – Coeficiente de digestibilidade aparente

CMA – Coeficiente de metabolizabilidade aparente

EMA – Energia metabolizável aparente

EMAn – Energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio

BN – Balanço de nitrogênio.

ANAVA – Análise de variância

EPM – Erro padrão da média

Ing. – Ingestão

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – Considerações gerais</b> .....	<b>17</b>
1- INTRODUÇÃO .....	17
2- REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 – Situação dos psitacídeos.....	19
2.2 – Anatomia digestiva dos psitacídeos.....	19
2.3 – Nutrição e alimentação de psitacídeos.....	21
2.4 – Insetos na nutrição animal.....	23
2.5 – <i>Tenebrio molitor</i> .....	25
2.6 – Processamento de rações.....	28
3- OBJETIVOS.....	29
3.1 – Objetivo geral.....	29
3.2 – Objetivos específicos.....	29
REFERÊNCIAS .....	30
<b>CAPÍTULO 2 – INCLUSÃO DE LARVAS DESIDRATADAS E MOÍDAS DE <i>Tenebrio molitor</i> EM RAÇÕES PELETIZADAS PARA PAPAGAIOS VERDADEIROS (<i>Amazona aestiva</i>)</b> .....	<b>37</b>
1- INTRODUÇÃO .....	37
2- MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3- RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	46
4- CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS.....	54



## **CAPÍTULO 1 - Considerações gerais**

### **1. INTRODUÇÃO**

Os psitacídeos são alvos prioritários do tráfico de animais silvestres, para atender, principalmente, a demanda por aves de estimação (VELOSO JR *et al.* 2014), isso pelo fato da capacidade de imitar a fala humana, companheirismo e temperamento, além de suas belas plumagens coloridas (KOUTSOS *et al.* 2001a). De acordo com o relatório da Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres (RECNTAS), entre 1999 e 2000 as apreensões de aves correspondeu a 82% de todas realizadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Os dados disponíveis precisam ser atualizados, mas nos dá dimensão da vulnerabilidade do grupo frente a esta ameaça.

A criação de aves silvestres em cativeiro, seja como animal de estimação ou com objetivos de recuperação e preservação, requer uma série de cuidados, para que os animais possam prosperar nesse ambiente, entre eles a nutrição. No caso dos Centros de Triagem de Animais Silvestres (CETAS), o fornecimento adequado de alimentos durante o período de permanência das aves poderá fazer diferença no processo de recuperação (FARIA, 2011). Para os zoológicos, os animais mantidos sob os cuidados humanos são a esperança de um futuro promissor para essas espécies em vida livre, visto que entramos na década de restauração de ecossistemas: uma iniciativa que busca reduzir e frear a degradação dos ecossistemas terrestres e marinhos que compromete o bem-estar de 3,2 bilhões de pessoas e custa cerca de 10% da renda global anual em perda de espécies e serviços ecossistêmicos (Organização das Nações Unidas – ONU, 2019).

Além das limitações do cativeiro, reproduzir a dieta de vida livre é uma tarefa muito difícil, em decorrência à variedade de alimentos (grãos, frutas, bagas, flores, brotos de plantas, legumes, insetos, larvas e sementes), disponibilidade sazonal e custos (KOUTSOS *et al.*, 2001a). Na formulação de rações deve-se considerar, além das necessidades nutricionais, os ingredientes que compõem a ração, que devem ser palatáveis e ter boa digestibilidade, pois interferem diretamente na qualidade do produto e na saúde do animal a que se destinam.

Em relação ao uso de insetos como fonte de proteína alternativa, estudos apontaram níveis de inclusão atraentes ou efeitos benéficos em dietas para aves domésticas, como frangos de corte (RAMOS-ELORDUY *et al.*, 2002; DE MARCO *et*

*al.*, 2015; HUSSAIN *et al.*, 2017; BENZERTIHA *et al.*, 2020), poedeiras (MARONO *et al.*, 2017), perdizes (LOPONTE *et al.*, 2017) e para integrantes da ordem psittaciforme, como as calopsitas (*Nymphicus hollandicus*) (CARVALHO *et al.*, 2019), mas estudos direcionados às aves silvestres nacionais, como o papagaio verdadeiro, ainda não foram realizados.

O presente estudo teve como objetivos, testar níveis de inclusão de larvas de tenébrio desidratadas e moídas como uma possível alternativa (proteica e energética) em rações peletizadas para papagaios verdadeiros; bem como seus efeitos no consumo de água e ração, desperdício de ração, ingestão, digestibilidade dos nutrientes e metabolização da energia; além de determinar o melhor nível de inclusão, gerar informações para pesquisas futuras e incentivar a regularização e produção de insetos para serem utilizados como ingrediente sustentável na nutrição animal.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 – Situação dos psitacídeos

Em território brasileiro, segundo a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas, elaborada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), existem 1.919 espécies de aves, 234 delas ameaçadas em algum nível de extinção. Nesse contexto, temos a família *psittacidae*, representada por 87 espécies, sendo uma delas o papagaio verdadeiro (*Amazona aestiva*), que se encontra desde 2012 na categoria Quase Ameaçada (Near Threatened – NT, sigla em inglês) (MMA, 2018). O mercado ilegal e a perda e alteração do hábitat, aliados às baixas taxas de reprodução, baixa sobrevivência de filhotes, número de adultos não reprodutores e exigências na escolha dos ninhos podem potencializar as ameaças.

No mercado pet nacional, a aquisição de aves canoras e ornamentais perde somente para os cães, ocupando o segundo lugar (Instituto Pet Brasil - IPB, 2019). Esse dado atenta para uma realidade muito relatada pelos profissionais que atuam na conservação *in situ*, com por exemplo, a Zootecnista Glaucia Helena Fernandes Seixas, pesquisadora no Projeto Papagaio Verdadeiro que monitora a espécie no Pantanal Sul (Serra da Bodoquena) desde 1997. A referida pesquisadora destaca que os animais são retirados com poucos dias de vida de seus ninhos e simplesmente são levados para serem vendidos pelo tráfico. Durante os contínuos monitoramentos dos poleiros, notava-se a redução do número de filhotes (SEIXAS; MOURÃO, 2018).

### 2.2 – Anatomia digestiva dos papagaios

A anatomia digestiva geralmente reflete o tipo de dieta consumida, assim como a morfologia do trato gastrointestinal (TGI) reflete a estratégia alimentar (KOUTSOS *et al.*, 2001b; SILVA, 2017). Em psitacídeos, o TGI é relativamente curto e pouco volumoso, exigindo a ingestão com maior frequência de pequenas quantidades de alimentos, o que determina maior rapidez na digestão, metabolização dos nutrientes e transformação em energia, sustentado a elevada taxa metabólica destas aves (O'MALLEY, 2005). Essa eficiência contribui também para manter a elevada temperatura corporal, que auxilia na eficiência das enzimas digestivas (REID; PERLBERG, 1998).

O TGI de papagaio é formado por cavidade oral, esôfago, papo, proventrículo, moela, intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) e intestino grosso (colo e reto) semelhante às aves domésticas, entretanto, como demais psitacídeos, o intestino grosso não apresenta cecos (SANTOS *et al.*, 2012).

O bico apresenta importantes funções, como apreensão de alimento e preparo para deglutição, interação social e sexual, defesa, ataque, locomoção, construção de ninhos (ROSSI JR *et al.*, 2005), limpeza das penas (*preening*) e alimentação dos filhotes (KOUTSOS *et al.*, 2001b). O bico é considerado o órgão tátil dos papagaios que permite a seleção por alimentos em função do tamanho, forma e textura (KALMAR, 2011). A língua, além de auxiliar na apreensão, manipulação e deglutição de alimentos, apresenta cerca de 350 papilas gustativas, as quais tornam os psitacídeos mais seletivos pelo sabor em relação à galinha (JACKSON *et al.*, 1998).

O esôfago é revestido por um epitélio com grande expansibilidade e enriquecido com glândulas mucosas que proporcionam sua lubrificação e auxiliam a passagem dos alimentos. O papo, uma dilatação do esôfago, tem função de armazenamento temporário, que permite a ingestão de grandes quantidades de alimento para que a ave possa sair voando com agilidade na presença de perigo. Nesse compartimento, há também o armazenamento do alimento durante a noite, de modo a fornecer os nutrientes gradualmente durante esse período. Embora seu pH seja ácido (4 e 6), há nele pouca digestão química, dando a amilase salivar início à digestão de hidratos de carbono (O'MALLEY, 2005).

A digestão química nos psitacídeos é igual à que ocorre em aves domésticas, como a galinha. O início do processo ocorre no proventrículo (estômago glandular) com secreção de muco pelas glândulas tubulares e ácido clorídrico e pepsina pelas glândulas gástricas. Na sequência, na moela (estômago muscular), se inicia a quebra mecânica dos alimentos e a digestão proteica. No fígado são produzidos ácidos e sais biliares e no pâncreas diversas enzimas, sendo que, como nos mamíferos esta glândula tem função endócrina e exócrina (KOUTSOS *et al.*, 2001b).

No intestino delgado, constituído pelo duodeno, jejuno e íleo, ocorre a digestão enzimática e a absorção dos nutrientes. Na mucosa intestinal do jejuno e íleo há vilosidades e criptas de Lieberkühn (ou criptas intestinais), que formam cerca de 105 m<sup>2</sup> de microvilosidades na superfície apical do intestino dos psitacídeos, aumentando em 15 vezes a superfície de absorção (KLASING, 1998). Como o ceco

está ausente em psitacídeos, o intestino grosso é muito curto e, portanto, a fermentação intestinal de carboidratos mal digeríveis é considerada muito limitada em papagaios (KOUTSOS *et al.*, 2001b) e pode diminuir a digestibilidade dos nutrientes da dieta (SAAD, 2003).

Como em todas as aves, exceto no avestruz (*Struthio camelus*), o TGI e o urogenital terminam na cloaca, determinando a eliminação conjunta de fezes e urina, que dificulta os estudos de digestibilidade em aves (KALMAR, 2011).

### 2.3 – Nutrição e alimentação de psitacídeos

O conhecimento da nutrição é o ponto central para a sobrevivência e produtividade de todas as populações silvestres, estejam elas em cativeiro ou em vida livre (ROBBINS, 1993; FARIA, 2011), que faz total sentido ao propósito conservacionista.

O histórico da nutrição de psitacídeos é descrito em três momentos marcados pelos critérios para balancear as dietas. Num primeiro estágio as dietas eram baseadas apenas nos hábitos alimentares de vida livre, passando posteriormente a considerar tabelas de exigência nutricionais para as aves domésticas e posteriormente, a partir de 2001, começou-se a balancear as dietas com base em tabelas com recomendações nutricionais específicas, como as descritas para psittacíformes nas Tabelas da Association of American Feed Control Officials (AAFCO, 1998) (Tabela 1). Além de recomendações nutricionais específicas, os estudos foram também direcionados para obtenção de informações sobre preferências alimentares, necessidades nutricionais e metabolismo (digestibilidade) (KOUTSOS *et al.* 2001a; ALLGAYER; CZIULIK, 2007).

Além das limitações de cativeiro, reproduzir a dieta de vida livre é uma tarefa muito difícil, em decorrência à variedade de alimentos (como: grãos, frutas, bagas, flores, brotos de plantas, legumes, insetos, larvas e sementes), disponibilidade sazonal e custos (KOUTSOS *et al.*, 2001a). Seixas (2009) estudou papagaios verdadeiros em atividade alimentar em vida livre, em diferentes ambientes no Pantanal de Miranda/MS e observou que consomem desde flor, polpa de fruto, folha e sementes de 48 espécies vegetais de 25 famílias. Portanto, é necessário o desenvolvimento de rações econômicas que atendam as necessidades das aves às quais se destinam (MACHADO; SAAD, 2000).

**Tabela 1** - Recomendações nutricionais para psitaciformes

<b>Nutriente</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Energia bruta (kcal/kg)	3200	4200
Proteína total (%)	12	-
Ácido linoleico (%)	1	-
<b>Aminoácidos (AAs)</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Arginina (%)	0,65	-
Lisina (%)	0,65	-
Metionina (%)	0,30	-
Metionina + Cistina (%)	0,50	-
Treonina (%)	0,40	-
<b>Vitaminas (Vits)</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Vit. A (total) (UI/kg)	8000	-
Vit. D <sub>3</sub> (ICU/kg)	500	2000
Vit. E (ppm)	50	-
Vit. K (ppm)	1,00	-
Biotina (ppm)	0,25	-
Colina (ppm)	1500	-
Ác. Fólico (ppm)	1,50	-
Niacina (ppm)	50	-
Ác. Pantotênico (ppm)	20	-
Piridoxina (ppm)	6	-
Riboflavina (ppm)	6	-
Tiamina (ppm)	4	-
Vit. B <sub>12</sub> (ppm)	0,10	-
<b>Minerais</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Cálcio (%)	0,30	1,20
Fósforo (%)	0,30	-
Cálcio:Fósforo	1:1	2:1
Cloro (%)	0,12	-
Magnésio (ppm)	600	-
Potássio (%)	0,40	-
Sódio (%)	0,12	-
Cobre (ppm)	8	-
Iodo (ppm)	0,40	-
Ferro (ppm)	80	-
Manganês (ppm)	65	-
Selênio (ppm)	0,10	-
Zinco (ppm)	50	-

Fonte: Adaptado de AAFCO, 1998.

Apesar da literatura contemplar estudos de digestibilidade para alguns alimentos utilizados na dieta de papagaios, ainda há muitas informações que são baseadas em estudos com aves de produção, exigindo adequações nos valores de

acordo com a fisiologia, escore corporal, condição do animal e época do ano. Um dos erros mais comuns na nutrição para papagaios é o fornecimento *ad libitum* de sementes (PERECIN *et al.*, 2011), que por possuírem altas quantidades de gordura podem acarretar problemas de crescimento das penas e a muda, endócrinos, cardíacos e hepáticos (MACHADO; SAAD, 2000; CARCIOFI; SAAD, 2001; CARCIOFI *et al.*, 2006; SAAD *et al.*, 2007a).

Uma dieta balanceada para psitacídeos deve conter maior quantidade de ração (peletizada ou extrusada), seguida de vegetais, proteínas e outros (nozes e amêndoas) e em menor quantidade as frutas (OROSZ, 2014).

#### 2.4 – Insetos na nutrição animal

Nos últimos anos, houve uma ampla discussão sobre alimentos e sustentabilidade, sendo que a Food and Agriculture Organization (FAO) destaca o uso de insetos na alimentação animal e humana, prática conhecida como entomofagia.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2007), os insetos são reconhecidamente fonte proteica de alto valor biológico.

Na literatura, os mais vistos em trabalhos, como fonte de proteína alternativa para animais estão a mosca-soldado-negro (*Hermetia illucens*), a larva da farinha (*Tenebrio molitor*), o grilo preto (*Gryllus assimilis*), o grilo doméstico (*Acheta domesticus*), o bicho-da-seda (*Bombyx mori*), a barata de madagascar (*Gromphadorhina portentosa*), a barata cinérea (*Nauphoeta cinerea*) e o tenébrio gigante (*Zophobas morio*) (Figura 1).

**Figura 1** – Alguns insetos utilizados na alimentação animal.



Grilo doméstico, Tenébrio e Bicho da seda, respectivamente.  
 Fonte: zooplus.es, produto.mercadolivre.com.br e folhadelondrina.com.br

Os insetos são fonte de proteína, ácidos graxos, fibra e minerais como cobre, ferro, cálcio, magnésio, manganês, fósforo, selênio e zinco (FAO/WUR, 2013). Porém o valor nutricional e digestibilidade depende da espécie do inseto. Com base na matéria seca o valor de proteína dos insetos pode variar de 50 a 82%, portanto mais ricos em proteínas que feijões (23,5%), lentilhas (26,7%) ou farelo de soja (41,1%) (SCHABEL, 2010). A criação destes animais não demanda hectares de terras aráveis, altas quantidades de energia e água (OONINCX; BOER, 2012), e quando comparados a produção de cereais possui produtividade 50% superior (DOSSEY; MORALES-RAMOS; ROJAS, 2016).

Outra perspectiva que pode ser interessante na utilização de insetos é sua resposta aos fungos. Os mecanismos de defesa inata dos insetos em resposta às infecções fúngicas sinalizam a existência de uma estratégia de biocontrole, e alguns estudos permitem melhor compreensão da ação do peptídeo antifúngico e o mecanismo de defesa (MAISTROU *et al.*, 2018).

Além disso, podem proporcionar uma economia circular: podem ser alimentados de partes das plantas não comestíveis pelos animais (RAMOS-ELORDUY *et al.*, 2006), transformam restos de alimentos e esterco em biomassa de alto valor biológico (VAN HUIS *et al.*, 2013) e são capazes de reduzir a massa de resíduos nitrogenados em 30-50% e de resíduos fosforados em 61-70% (DIENER *et al.*, 2009; VAN HUIS, 2013). Recentemente descobriu-se o potencial dos insetos para degradar materiais como o poliestileno e o poliestireno (BOMBELLI *et al.*, 2017; WOO *et al.*, 2020).

O uso de insetos como fonte de alimento é muito utilizado em zoológicos, criatórios e setores da aquicultura. As instituições que mantêm/criam espécies com este hábito alimentar, costumam possuir dentro de suas estruturas os insetários (criação de insetos), visto que são fontes de alimento de diversos animais mantidos por esses locais, como por exemplo: primatas, répteis, anfíbios, pequenos mamíferos e aves, portanto a aquisição dos insetos para uso não é um fator limitante. Além disso, como citado anteriormente, o uso de insetos já foi avaliado como uma alternativa proteica para aves domésticas, como frangos de corte, poedeiras, perdizes e calopsitas, sendo necessários mais estudos com essas e outras aves para avaliar o aproveitamento dos nutrientes e energia advindos dos insetos.



## 2.5 – *Tenebrio molitor*

Pertencente à família *Tenebrionidae*, da ordem Coleoptera, o *Tenebrio molitor* apresenta holometabolismo (metamorfose completa) dividido em 4 fases: ovo, larva, pupa e besouro (GHALY; ALKOAİK, 2009; SPANG, 2013).

A duração de um ciclo de vida do *T. molitor* varia entre 280 a 630 dias, em função das condições de produção, como temperatura, umidade, estresse, alimentação e a presença de patógenos. As larvas eclodem após 10-12 dias (a 18-20 °C) e tornam-se maduras após 3-4 meses (à temperatura ambiente). Passam em seguida, à fase de pupa, que pode durar de 7-9 dias (25 °C) até 20 dias (em temperaturas mais baixas) (MAKKAR *et al.*, 2014). Quando os insetos atingem a fase adulta (besouros), adquirem uma cor vermelha-acastanhada que gradualmente escurece até ficar preta. A fase adulta pode durar entre 1 a 3 meses (HILL, 2002; HARDOUIN; MAHOUX, 2003; SPANG, 2013; MAKKAR *et al.*, 2014).

O teor de nutrientes das larvas de *T. molitor* pode variar em função do tamanho (peso) das larvas, sua alimentação e do substrato de criação (RAMOS-ELORDUY *et al.*, 2002). Além do teor proteico e aminoácido (MAKKAR *et al.*, 2014), outro destaque na composição dos insetos é o teor lipídico e a composição em ácidos graxos (PAUL *et al.*, 2017), além do baixo teor de cálcio, e uma relação muito baixa de cálcio e fósforo (MAKKAR *et al.*, 2014).

Além de seu valor nutritivo, o *T. molitor* possui propriedades nutracêuticas, como uma defesa natural contra fungos e bactérias (FAO/WUR, 2013). Estudos como os de (YANG *et al.*, 2017) e (BOSCH *et al.*, 2017) demonstram que os peptídeos antimicrobianos são efetivos contra vários patógenos, sendo ainda moduladores da resposta imune, colocando esses insetos em notoriedade. Em um experimento com frangos de corte, a inclusão de 0,2% de farinha de *T. molitor* ou de 0,3% de farinha de *Z. morio* indicou a possibilidade de melhora no crescimento e possível impacto na resposta imune (efeitos antimicrobianos de componentes dos insetos: AMPs e quitina), que leva os autores a considerarem essas farinhas de inseto como aditivos funcionais, pelo fato de causarem respostas em pequenas inclusões (BENZERTIHA *et al.*, 2020).

Em relação a quitina (presente na estrutura do tenébrio), é conhecida por sua atividade antiviral e antitumoral e por seus efeitos imunológicos (LEE, 2008). Em vários estudos, sugeriu-se que a quitina é um alérgeno (MUZZARELLI, 2010), no entanto, ao invés de agir como alérgenos teriam propriedades de melhorar respostas

imune específicas de alguns grupos de pessoas (GOODMAN, 1989; MUZZARELLI, 2010), aumentando a resistência contra infecções por bactérias e vírus patogênicos. Para aves demonstrou-se que a inserção de insetos inteiros na dieta teria efeitos imunológicos devido à quitina (VELDKAMP *et al.*, 2012).

A utilização da larva do tenébrio na alimentação animal ocorre *in natura*, através da desidratação ou na forma de farinha. As larvas são colhidas de 8 a 10 semanas, peneiradas e colocadas a uma temperatura entre 6 a 15 °C para liberarem o conteúdo existente no intestino e podem posteriormente ser utilizadas ou processadas (MAKKAR *et al.*, 2014).

Para obtenção das larvas secas é realizada a remoção da água através de diversos métodos que reduzem os níveis de umidade como: branqueamento, micro-ondas, *air fry*. Esses métodos garantem a estabilidade microbiológica, preservam a qualidade nutricional, aumentam a vida útil, facilitam o armazenamento e permitem o transporte do produto sob temperatura ambiente (EMBRAPA, 2020).

Já a farinha de larvas de *T. molitor* é obtida a partir da moagem das larvas já secas (através da desidratação). Na forma de farinha, a utilização das larvas de tenébrio garantem melhor mistura com os demais ingredientes durante o processamento de rações, ou até mesmo na forma de suplementação em uma dieta. Essa farinha também pode ser desengordurada, processo que determina a redução no odor e impede a oxidação de ácidos graxos. A gordura extraída pode em seguida, ser usada para aumentar a energia ou adicionar ácidos graxos interessantes na dieta (BUßLER *et al.*, 2016).

Nas Tabelas 2 e 3 estão listadas a composição de larvas de tenébrio, bem como os perfis de aminoácidos e de ácidos graxos em diferentes formas de apresentação: *in natura*, secas e como farinha.

**Tabela 2** – Composição de larvas de tenébrio (com base na matéria seca) em diferentes formas de apresentação.

	Umidade (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	Cinzas (%)
<i>In natura</i> <sup>1</sup>	61,90	49,10	35,00	6,60	2,40
Seca <sup>2</sup>	0,87	56,30	27,27	7,10	3,43
Farinha <sup>3</sup>	3,82	49,95	37,63	NA	NA

Proteína bruta (PB); Extrato etéreo (EE); Fibra bruta (FB); NA – Não analisado.  
Fonte: 1- Finke (2002); 2- Kröncke *et al.* (2019), 3- Medrado *et al.* (2018)

**Tabela 3** – Perfis de aminoácidos e de ácidos graxos de larvas de tenébrio (com base na matéria seca) em diferentes formas de apresentação.

AA's	<i>In natura</i> <sup>1</sup> (g/kg)	Seca <sup>2</sup> (g/kg)	Farinha <sup>3</sup> (g/kg)
Arginina	48	28	58
Histidina	34	16,8	36
Isoleucina	46	22,1	67
Leucina	86	31,5	107
Lisina	54	35,9	64
Metionina	15	10,1	21
Fenilalanina	40	18,8	54
Treonina	40	18,5	51
Valina	60	28,2	82
Alanina	73	38,9	NA
Ác. aspártico	75	43,7	NA
Cisteína	8	12,5	58
Glicina	49	22,1	NA
Ác. glutâmico	113	62,9	NA
Prolina	68	34,3	NA
Serina	7	22,7	NA
Tirosina	74	32,8	78
Ác. graxos	<i>In natura</i> <sup>1</sup> (g/kg)	Seca <sup>4</sup> (g/kg)	
Ác. láurico	5	0	
Ác. mirístico	40	44	
Ác. palmítico	211	213	
Ác. palmitoleico	40	19	
Ác. esteárico	27	79	
Ác. oléico	377	358	
Ác. linoléico	274	228	
Ác. linolênico	13	1	

AA's = Aminoácidos; Ác. = Ácido; NA – Não analisado.

Fonte: 1- Finke (2002); 2- Veldkamp e Bosch, 2015; 3- De Marco *et al.* (2015); 4- Paul *et al.* (2017).

## 2.6 – Processamento de rações

Na produção comercial de aves domésticas, como frangos de corte, poedeiras, perus e codornas, a utilização de rações balanceadas, seja na forma farelada, peletizada ou extrusada, é uma prática rotineira. Já na manutenção de aves silvestres em cativeiro uma grande dificuldade é a disponibilidade de rações comerciais que sejam econômicas, nutricionalmente completas, que atenderem às necessidades e preferências das aves às quais se destinam (MACHADO e SAAD, 2000). Em muitas situações a alimentação de psitacídeos é baseada na oferta de dietas composta por vários itens alimentares, sendo importante impedir que ocorra seleção de itens mais palatáveis (SAAD *et al.*, 2007c).

Como forma de evitar a seletividade alimentar e o desequilíbrio nutricional, as rações para psitacídeos passaram a ser peletizadas ou extrusadas, processamentos que promovem o consumo de nutrientes nas proporções fornecidas nas formulações, e o tratamento termo-mecânico pode melhorar a digestibilidade dos nutrientes e reduzir alguns fatores antinutricionais presentes nos ingredientes (KALMAR *et al.*, 2007).

A peletização de rações é definida como a transformação da ração farelada em granulada, através de um processo físico-químico que envolve pressão e calor úmido, resultando em grânulos denominados de pellets (SCHMIDT; LIMA; COLDEBELLA, 2004).

Na peletizadora, uma rosca alimentadora abastece o condicionador que recebe o vapor saturado proveniente da caldeira (acontece a mistura da ração farelada com o vapor e ocorre a gelatinização parcial do amido). Após esse procedimento, a ração passa para o retentor, onde fica retida para redução de micro-organismos e por último a peletização e a formação dos grânulos (pellets) através dos furos da matriz. Na ausência da caldeira, pode-se adicionar água quente na ração farelada, antes da peletização (KLEIN, 2009).

O processo de peletização tem como objetivos: o pré-cozimento da ração para promover a gelatinização parcial do amido, que facilita os processos de digestão, além de plastificar as partículas sólidas (proteínas), amolecer as fibras para melhor digestibilidade e com o aumento da densidade dos pellets reduzir espaços de armazenamento e custos de transporte, além de aumentar a palatabilidade e a durabilidade (KLEIN, 2009).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo geral

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de larvas desidratadas de *T. molitor* em rações para papagaios verdadeiros sobre a digestibilidade dos nutrientes e metabolização da energia.

#### 3.2. Objetivos específicos

- i. Avaliar o consumo de água, o consumo total e o desperdício de ração, as ingestões e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO) e energia metabolizável (EM) das rações;
- ii. Determinar o melhor nível de inclusão da farinha de larvas desidratadas moídas na ração formulada para papagaios;
- iii. Gerar informações que possam auxiliar na formulação e processamento de rações contendo larvas de tenébrio, para outras espécies de aves, bem como na utilização de outras espécies de insetos.
- iv. Incentivar a regularização e produção de insetos para serem utilizados na produção animal.

## REFERÊNCIAS

- ALLGAYER, M. C.; CZIULIK, M. Reprodução de psitacídeos em cativeiro. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 31, n. 3, p. 344-350, 2007.
- ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS INCORPORATED-AAFCO. Nutrition expert painel review: new rules for feeding pet birds. **Feed Management**, Sea Isle City, v. 49, n. 2, 3 p., 1998.
- BENZERTIHA, A. *et al.* **Tenebrio molitor and Zophobas morio full-fat meals as functional feed additives affect broiler chickens' growth performance and 30 xpre system traits**. Olszowa: Poultry Science, 2020. 10 p. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/30xpress/article/pii/S0032579119578646>. Acesso em: 10 jul. 2020.
- BOMBELLI, P. *et al.* **Polyethylene bio-degradation by caterpillars of the wax moth Galleria mellonella**. Cambridge: Current Biology, 2017. 1 p. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982217302312#!>. Acesso em: 05 nov. 2020.
- BOSCH, G *et al.* **Aflatoxin B1 Tolerance and accumulation in black soldier fly larvae (Hermetia illucens) and yellow mealworms (Tenebrio molitor)**. Holanda: Toxins, 2017. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6651/9/6/185>. Acesso em: 30 set. 2020.
- BUßLER, S. *et al.* **Recovery and techno-functionality of flours and proteins from two edible insect species: meal worm (Tenebrio molitor) and black soldier fly (Hermetia illucens) larvae**. Germany: Heliyon, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844016317467#!>. Acesso em: 05 nov. 2020.
- CARCIOFI, A. C.; SAAD, C. E. P. Nutrition and nutritional problems in wild Animal. *In*: FOWLER, M. E.; CUBAS, Z. S. **Biology, medicine, and surgery of South American wild animals**. Ames: Iowa State University, p. 425-434, 2001.
- CARCIOFI, A. C. *et al.* Food selection and digestibility in yellow-headed conure (aratinga jandaya) and golden-caped conure (Aratinga auricapilla) in Captivity. American Society for Nutrition. **The Journal of Nutrition**, New York, v.136, n. 2, p. 2014S–2016S, 2006.
- CARVALHO, T. S. G. *et al.* Reproductive characteristics of cockatiels (*nymphicus hollandicus*) maintained in captivity and receiving Madagascar cockroach (*Gromphadorhina portentosa*) Meal. **Animals**, Basel, v. 9, n. 6, p. 312, 2019.
- DE MARCO, M. *et al.* Nutritional value of two insect larval meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens*) for broiler chickens: apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 209, p. 211-218, 2015. Disponível em: 10.1016/j.anifeedsci.2015.08.006. Acesso em: 20 mar. 2020.

DIENER, S. *et al.* Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates. **Waste Management & Research**, London, v. 27, p. 603–610, 2009.

DOSSEY, A. T.; MORALES-RAMOS, J. A.; ROJAS, M. G. **Insects as sustainable food ingredients: production, processing and food applications**. Oxford: Academic Press, 2016. 402 p.

EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Secagem e desidratação**. Brasília, DF: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2020. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia\\_de\\_alimentos/arvore/CONT000fid5sgie02wyiv80z4s473tokdiw5.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid5sgie02wyiv80z4s473tokdiw5.html). Acesso em: 20 mar. 2020.

FARIA, A. R. G. **Manejo alimentar e nutricional de animais selvagens para centros de triagem**. Brasília, DF: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2011.

FINKE, M. D. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. **ZooBiology**, Hoboken, v. 21, n. 3, p. 269–285, 2002.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION -FAO. **WFP: the state of food insecurity in the world 2013. The multiple dimensions of food security**. 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION -FAO. WAGENINGEN UNIVERSITY AND RESEARCH-WUR . **Edible insects – future prospects for food and feed security**. Rome: FAO Forestry Paper, p. 171-187. 2013.

GHALY, A. E.; ALKOAİK, F. N. The yellow mealworm as a novel source of protein. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, Dubai, v. 4, p. 319-331, 2009.

GOODMAN, W. G. Chitin: a magic bullet. **The Food Insect Newsletter**, Bozeman, v. 2, p. 6-7, 1989.

HARDOUIN, J.; MAHOUX, G. Zootechnie d'insectes – élevage et utilisation au bénéfice de l'homme et de certains animaux. *In*: BUREAU pour l'échange et la distribution de l'information sur le mini-élevage (BEDIM). Paris: [S.n.], 2003. 164 p.

HILL, D. S. **Pests of stored foodstuffs and their control**. New York: Kluwer Academic Publishers, 2002. 476 p.

HUSSAIN, I. *et al.* Meal worm (*Tenebrio molitor*) as potential alternative source of protein supplementation in broiler. **International Journal of Biosciences**, Peshawar, v. 10, n. 4, p. 255-262, 2017. Disponível em: [www.researchgate.net/profile/Naseer\\_Ahmad25/publication/318907828\\_Meal\\_worm\\_Tenebrio\\_molitor\\_as\\_potential\\_alternative\\_source\\_of\\_protein\\_supplementation\\_in\\_broiler/links/59846ec10f7e9b6c852f1d2b/Meal-worm-Tenebrio-molitor-as-potential-alternative-source-of-protein-supplementation-in-broiler.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Naseer_Ahmad25/publication/318907828_Meal_worm_Tenebrio_molitor_as_potential_alternative_source_of_protein_supplementation_in_broiler/links/59846ec10f7e9b6c852f1d2b/Meal-worm-Tenebrio-molitor-as-potential-alternative-source-of-protein-supplementation-in-broiler.pdf). Acesso em: 30 set. 2020.

INSTITUTO PET BRASIL-IPB. **Mercado pet movimentada R\$ 34,4 bilhões em 2018**. São Paulo. 2019. Disponível em: <http://institutopetbrasil.com/imprensa/mercado-pet-balanco-2018/>. Acesso em: 29 mar. 2020.

JACKSON, S. *et al.* Sugar preferences and “side bias” in cape sugarbirds and lesser double collared sunbirds. **The Auk**, Petaluma, v. 115, p. 156–165, 1998.

KALMAR, I.; WERQUIN, G.; JANSSENS, G. P. J. Apparent nutrient digestibility and excreta quality in African grey parrots fed two pelleted diets based on coarsely or finely ground ingredients. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 91, p. 210-216, 2007.

KALMAR, I. **Features of psittacine birds in captivity: focus on diet selection and digestive characteristics**. 2011. 178 f. Tese (Doutorado) - Veterinary Science, Faculty of Veterinary Medicine Ghent University, Bélgica, 2011.

KLASING, K. C. **Comparative avian nutrition**. New York: CAB International, 1998.

KLEIN, A. A. Peletização de rações: aspectos técnicos, custos e benefícios e inovações tecnológicas. *In*: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 21, 2009, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: APINCO, 2009. p. 173-193, 2009.

KOUTSOS, E. A. *et al.* Adult cockatiels (*Nymphicus hollandicus*) metabolically adapt to high protein diets. **Journal of Nutrition**, Rockville, v. 7, n. 131, p. 2014-2020, 2001a.

KOUTSOS, E. A.; MATSON, K. D.; KLASING, K. C. Nutrition of birds in the order Psittaciformes: a review. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, Teaneck, v. 15, n. 4, p. 257–75, 2001b.

KRÖNCKE, N. *et al.* Effect of different drying methods on nutrient quality of the yellow mealworm (*Tenebrio molitor L.*). **Insects**, Fukuoka, v. 10, n. 4, 84-96, 2019.

LEE, C. G. *et al.* Chitin regulation of 32xpre responses: na old molecule with new roles. **Current Opinion in Immunology**, Kidlington, v. 20, n. 6, p. 684-689, 2008.

LOPONTE, R. *et al.* Growth performance, blood profiles and carcass traits of Barbary partridge (*Alectoris barbara*) fed two different insect larvae meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens*). **Research In Veterinary Science**, Sardenha, v. 115, p. 183-188, 2017. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034528816308074?casa\\_token=r3tvZVG24cQAAAAA:dPIGXlpdh0Ds5z7W9NABVX6rbJRfKIGSxfC6mrurr18Q2Y1N22X-4KLA5wVPbtovZpnE7NOEU#s0010](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034528816308074?casa_token=r3tvZVG24cQAAAAA:dPIGXlpdh0Ds5z7W9NABVX6rbJRfKIGSxfC6mrurr18Q2Y1N22X-4KLA5wVPbtovZpnE7NOEU#s0010). Acesso em: 30 set. 2020.

MACHADO, P. A. R.; SAAD, C. E. P. O futuro das rações para aves ornamentais e silvestres no Brasil. **Aves Revista Sul Americana de Ornitofilia**, Belo Horizonte, v. 3, p. 37-40, 2000.



MAISTROU, S *et al.* A constitutively expressed antifungal peptide protects *Tenebrio molitor* during a natural infection by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. **Developmental and Comparative Immunology**, Langford Lane, v. 86, p. 26-33, 2018.

MAKKAR, H. P *et al.* State-of-the-art on use of insects as animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 197, p. 1-33. 2014.

MARONO, S. *et al.* Productive performance and blood profiles of laying hens fed *Hermetia illucens* larvae meal as total replacement of soybean meal from 24 to 45 weeks of age. **Poultry Science**, Amsterdam, v. 96, n. 6, p. 1783-1790, 2017. Disponível em: [www.sciencedirect.com/33xpress/article/pii/S0032579119313628](http://www.sciencedirect.com/33xpress/article/pii/S0032579119313628). Acesso em: 30 set. 2020.

MEDRADO, M. L. R. *et al.* Composição química de farinhas de diferentes espécies de insetos como ingrediente para ração animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 28, 2018, Goiânia. **Anais** [...]. Goiânia: [s.n.], 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/332607401\\_COMPOSICAO\\_QUIMICA\\_DE\\_FARINHAS\\_DE\\_DIFERENTES\\_ESPECIES\\_DE\\_INSETOS\\_COMO\\_INGREDIENTE\\_PARA\\_RACAO\\_ANIMAL\\_-\\_PDF](https://www.researchgate.net/publication/332607401_COMPOSICAO_QUIMICA_DE_FARINHAS_DE_DIFERENTES_ESPECIES_DE_INSETOS_COMO_INGREDIENTE_PARA_RACAO_ANIMAL_-_PDF). Acesso em: 13 abr. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília: MMA, 2018. 492 p.

MUZZARELLI, R. A. Chitins and chitosans as immunoadjuvants and nonallergenic drug carriers. **Marine Drugs**, Basel, v. 8, n. 2, p. 292-312, 2010.

O'MALLEY, B. Avian anatomy and physiology. In: O'MALLEY, B. (ed.). **Clinical anatomy and physiology of exotic species: structure and function of mammals, birds, reptiles and amphibians**. New York: Elsevier Saunders, 2005. p. 120-153, 2005.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS-ONU. **ONU declara década sobre restauração de ecossistemas para inspirar decisões ousadas em assembleia ambiental**. Quênia: Onu, 2019. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/story/onu-declara-decada-sobre-restauracao-de-ecossistemas-para-inspirar>. Acesso em: 22 fev. 2021.

OONINCX, D. G.; BOER, I. J. Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans—a life cycle assessment. **PLoSOne**, San Francisco, v. 7, n. 12, p. e51145, 2012.

OROSZ, S. O. Clinical avian nutrition. **Veterinary clinics of north america: Exotic Animal Practice**, Maryland Heights, v. 17, n. 3, p. 397–413, 2014.

PAUL, A. *et al.* Insect fatty acids: comparison of lipids from three larvae of Orthopterans and *Tenebrio molitor* L. Universidade de Liège. **Journal of Asia Pacific Entomology**, Amsterdam, v. 20, n. 2, p. 337-340, 2017.

PERECIN, F. *et al.* **Manual informativo sobre posse responsável de psitacídeos**. Botucatu: Unesp, 2011.

RAMOS-ELORDUY, J. *et al.* Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: *Tenebrionidae*) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. **Journal of Economic Entomology**, Cary, v. 95, n. 1, p. 214-220, 2002.

RAMOS-ELORDUY, J. *et al.* Estudio comparativo del valor nutritivo de vários coleoptera comestibles de México y *Pachymerus nucleorum* (Fabricius, 1792) (Bruchidae) de Brasil. **Interciencia**, Caracas, v. 31, p. 512–516, 2006.

REID, R.; PERLBERG, W. Emerging trends in pet bird diets. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schumburg, v. 8, p. 1236-1238, 1998.

RENCAS-REDE NACIONAL DE COMBATE AO TRÁFICO DE ANIMAIS SILVESTRES. **1º Relatório nacional sobre o tráfico de fauna silvestre**. Brasília: RENCAS, 2001.

ROBBINS, C. T. **Wildlife feeding and nutrition**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1993.

ROSSI JR *et al.* Morphology of beak and tongue of partridge *Rhynchotus rufescens*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 1098-102, 2005.

SAAD, C. E. P. **Avaliação de alimentos e determinação das necessidades de proteína para manutenção de papagaios verdadeiros (*Amazona aestiva*)**. 160 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

SAAD, C. E. P *et al.* Digestibilidade e retenção de nitrogênio de alimentos para papagaios verdadeiros (*Amazona aestiva*), **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1500-1505. 2007a.

SAAD, C. E. P. *et al.* Avaliação nutricional de rações comerciais e semente de girassol para papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1493-1499, 2007c.

SANTOS, A. L. Q. *et al.* Anatomia comparada do tubo digestório de diferentes aves da ordem Psittaciformes. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 13, 2012.

SCHABEL, H. G. **Forest insects as food: a global review**. In: DURST, P. B.; JOHNSON, D. V.; LESLIE, R. N.; SHONO, K. (ed.). **Forests Insects as food: humans bite back**. Bangkok: FAO, 2010. p. 37-64.

SCHMIDT, A.; LIMA, G. J. M. M.; COLDEBELLA, A. Método Embrapa de avaliação de peletização. Disponível em: [http://www.uniquimica.com/images/noticias/upload/arq\\_2005011318373\\_9.pdf](http://www.uniquimica.com/images/noticias/upload/arq_2005011318373_9.pdf). 2004. Acesso em: 06 dez. 2020.

SEIXAS, G. H. F. MOURÃO, G. Communal roosts of the Blue-fronted Amazons (*Amazona aestiva*) in a large tropical wetland: Are they of different types? **PLoS ONE**, San Francisco, v. 13, n. 10, p. e0204824, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204824>. Acesso em: 12 jan. 2021.

SPANG, B. **Insects as food**: assessing the food conversion efficiency of the mealworm (*Tenebrio molitor*). Environmental study master thesis: The Evergreen State College. 2013. Disponível em: <http://collections.evergreen.edu/files/original/52a2180f9f5319fbad2c697861fcc2b6edf56396.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2020.

SEIXAS, G. H. F. **Ecologia alimentar, abundância em dormitórios e sucesso reprodutivo do papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*) (Linnaeus, 1758) (Aves: Psittacidae), em um mosaico de ambientes no Pantanal de Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil**. 2009. 84 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/576>. Acesso em: 20 jun. 2020.

SILVA, C. R. B. **Própolis na dieta de papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*): digestibilidade de minerais**. 2017. 85 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150999/silva\\_crb\\_dr\\_bot\\_int.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150999/silva_crb_dr_bot_int.pdf?sequence=6&isAllowed=y). Acesso em: 25 jun. 2020.

VAN HUIS, A. *et al.* **Edible insects**: future prospects for food and feed security. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013.

VAN HUIS, A. Potential of insects as food and feed in assuring food security. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 58, p. 563–583, 2013.

VELDKAMP, T. *et al.* **Insects as a sustainable feed 35xpression. in pig and poultry diets – a feasibility study** – Rapport 638 – Wageningen Livestock Research (2012). Disponível em: [http://www.wageningenur.nl/upload\\_mm/2/8/0/f26765b9-98b2-49a7-ae43-5251c5b694f6\\_234247%5B1%5D](http://www.wageningenur.nl/upload_mm/2/8/0/f26765b9-98b2-49a7-ae43-5251c5b694f6_234247%5B1%5D). Acesso em: 31 mar. 2020.

VELDKAMP, T.; BOSCH, G. Insects: a protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets. **Animal Frontiers**, Cary, v. 5, n. 2, p. 45-50, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Teun\\_Veldkamp/publication/283416380\\_Insects\\_a\\_protein-rich\\_feed\\_ingredient\\_in\\_pig\\_and\\_poultry\\_diets/links/568151d408ae1975838f76e8.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Teun_Veldkamp/publication/283416380_Insects_a_protein-rich_feed_ingredient_in_pig_and_poultry_diets/links/568151d408ae1975838f76e8.pdf). Acesso em: 22 fev. 2021.

VELOSO JUNIOR, R. R. *et al.* Effects of food processing and fibre content on the digestibility, energy intake and biochemical parameters of Blue-and-gold macaws (*Ara ararauna* L. –Aves, Psittacidae). **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 98, p. 251-261, 2014.

WOO, S. *et al.* **Fast and facile biodegradation of polystyrene by the gut microbial flora of plesiophthalmus davidis larvae**. Korea: American Society For

Microbiology Journals, 2020. Disponível em:  
<https://aem.asm.org/content/86/18/e01361-20>. Acesso em: 05 nov. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION-WHO. **Protein and amino acid requirements in human nutrition**: 36<sup>th</sup> expressio a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. 2007. WHO Technical Report Series Disponível em:  
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/43411>. Acesso em: 31 mar. 2020.

YANG, Y. T *et al.* Tenebrio molitor Gram negative-binding protein 3 (TmGNBP3) is essential for inducing downstream antifungal Tenecin 1 gene expression. Against infection with *Beauveria bassiana* JEF-007. **Insect Science**, Richmond, v. 25, n. 6, p. 969-977, 2018.

## **CAPÍTULO 2 - INCLUSÃO DE LARVAS DESIDRATADAS E MOIDAS DE *Tenebrio molitor* EM RAÇÕES PELETIZADAS PARA PAPAGAIO VERDADEIRO (*Amazona aestiva*)**

### **1. INTRODUÇÃO**

O papagaio-verdadeiro, da classe dos psitacídeos em vida livre voa grandes distâncias em busca de alimentos, demandando alto gasto energético. Em cativeiro, as atividades de voo são reduzidas, diminuindo a exigência de energia (CARCIOFI e SAAD, 2001). Além das limitações do cativeiro, reproduzir a dieta de vida livre é uma tarefa muito difícil em decorrência à variedade de alimentos, disponibilidade sazonal e custos.

Os ingredientes mais utilizados em rações comerciais voltadas para papagaios são: milho, farelo de soja, farelo de trigo, soja integral processada, ervilha, arroz, grão de aveia e amendoim, ovo desidratado, sementes (painço, girassol, abóbora, cártamo), óleos (girassol, soja, coco, palmiste, salmão) e frutas e vegetais desidratados. Nessa ampla listagem de ingredientes que compõem as rações comerciais, nota-se uma série de alimentos que não necessariamente fazem parte da dieta de papagaios em vida livre, demonstrando a possibilidade de inclusão de novos ingredientes alternativos para compor uma ração completa. Dentro desta perspectiva, o uso de insetos é interessante por seu alto teor em proteína e ácidos graxos (FAO/WUR, 2013).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2007), os insetos são reconhecidamente fonte proteica de alto valor biológico. Os pontos que mais chamam atenção para utilização de insetos na alimentação animal, além das qualidades nutricionais são a baixa emissão de gases, pouca exigência por espaço e baixo consumo de água que além de os tornar ambientalmente corretos, reduz os custos de criação (OONINCX; BOER, 2012).

Desse modo, testar novas perspectivas, como o tenébrio (fonte alternativa de proteína e ácidos graxos) em rações para papagaios é um caminho possível, visto que outro inseto (*Gromphadorhina portentosa*) já foi utilizado para outra espécie da ordem *psittaciforme* (CARVALHO *et al.*, 2019).

Porém, precisa-se avaliar além da aceitação das aves, se a inclusão do ingrediente nas rações afeta a digestibilidade dos nutrientes e o aproveitamento da

energia. Para obter essas informações, é necessário a realização de novos estudos que foquem nas aves silvestres nacionais.

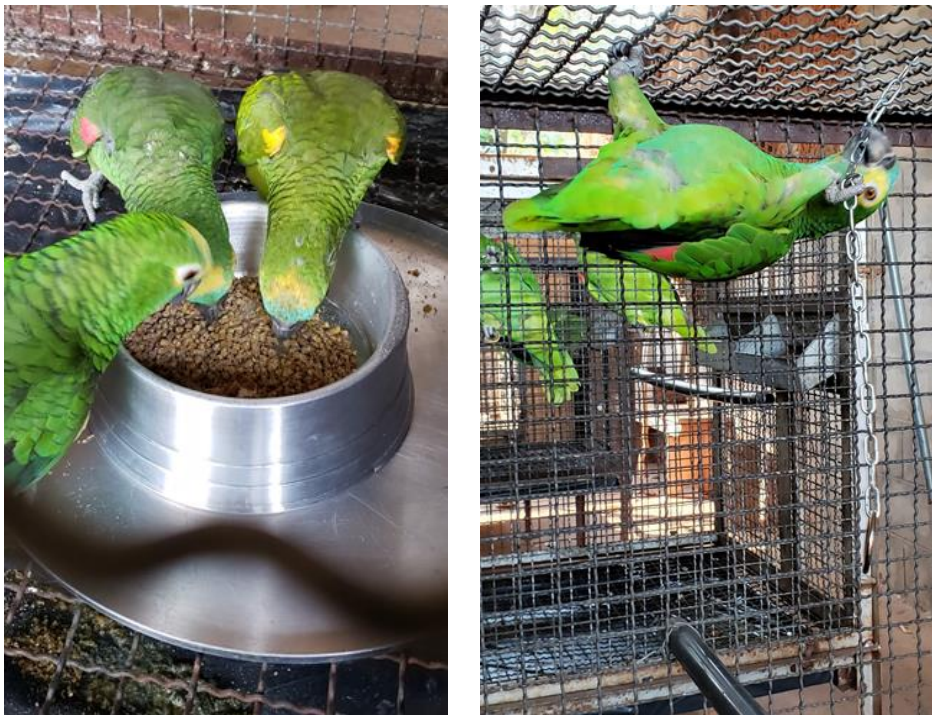
O objetivo do presente estudo foi testar níveis de inclusão de larvas de tenébrio desidratadas e moídas como uma possível alternativa (proteica e energética) em rações peletizadas para papagaios verdadeiros; bem como seus efeitos no consumo de água e ração, desperdício de ração, ingestão, digestibilidade dos nutrientes e metabolização da energia; além de determinar o melhor nível de inclusão, gerar informações para pesquisas futuras e incentivar a regularização e produção de insetos para serem utilizados como ingrediente sustentável na nutrição animal.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi realizado no Centro de Conservação da Fauna Silvestre de Ilha Solteira – Zoológico de Ilha Solteira no período de julho a setembro de 2019 no município de Ilha Solteira/SP (Latitude: 20°25'5" S; longitude: 51°20'29" W). A solicitação da permissão do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO, para uso dos animais foi protocolada sob o número 69960 e o parecer da Comissão de Ética no Uso de Animais sob número 11/2019.

Nas gaiolas (0,75 cm x 0,75 cm x 1 m) foram instalados poleiros, comedouros, bebedouro, enriquecimento físico de metal e bandejas adaptadas para coleta de excretas e sobras de alimento, as quais foram recobertas com saco plástico preto para facilitar as coletas (Figura 2).

**Figura 2.** Papagaios durante período experimental.



Fonte: Própria autora.

Foram utilizados 24 papagaios verdadeiros com peso médio de 395 g, de ambos os sexos e adultos, provenientes de apreensões da polícia ambiental e corpo de bombeiros, alojados em grupos de 3 por gaiola (sendo cada 3 animais, uma unidade experimental) num galpão aberto provido de telhado e piso concretado. As

aves foram distribuídas em delineamento quadrado latino duplo (4 x 4), onde as linhas (grupos de papagaios) e colunas (período) ajudaram a controlar a variabilidade. Ao término do experimento todas as aves receberam os tratamentos experimentais, totalizando 32 unidades experimentais, sendo 8 repetições por tratamento. O período experimental compreendeu 4 períodos de 8 dias, sendo 4 dias para a adaptação às dietas experimentais e 4 dias para coleta total de excretas.

No decorrer dos quatro dias de coleta quantificou-se o consumo de água, consumo e desperdício de ração e produção total de excretas. O consumo de água das aves foi *ad libitum* em bebedouros com 500 ml de capacidade. Para estimar as perdas de água por evaporação, no interior do galpão e longe das gaiolas para evitar o acesso das aves, um bebedouro era mantido para a quantificação diária das perdas. O volume inicial e final do bebedouro foi registrado e usado para estimar a perda de água devido à evaporação, a qual em média ficou em  $18,5 \pm 5,11$  %. Os valores de perdas por evaporação foram utilizados para corrigir o consumo diário de água das aves.

Durante o período experimental os dados de temperatura e umidade relativa do ar no interior do galpão foram registrados em *datalogger*, sendo respectivamente  $27,37 \pm 2,36^{\circ}\text{C}$  e  $55,31 \pm 11,16\%$ .

Os tratamentos experimentais consistiram de 4 rações com diferentes níveis de inclusão de larvas *Tenebrio molitor* desidratadas e moídas (LTDM): 0% (isenta de LTDM), 4%, 8% e 12% de LTDM. A aquisição das larvas foi realizada através de uma parceria, com a empresa Proteica® que importa o produto da empresa chinesa Tianjin Dongjiang Food Co. Ltda®, localizada na cidade de Tianjin/China. O processo utilizado pela empresa chinesa é a secagem das larvas em micro-ondas.

A LTDM utilizada na preparação das rações foi obtida a partir da seleção das larvas desidratadas mais íntegras (Figura 3) e moagem (3 mm), sendo sua composição apresentada na Tabela 4. As rações experimentais foram formuladas seguindo-se as recomendações da Tabela AAFCO (1998) e a composição dos alimentos de Rostagno *et al.* (2017), exceto para a LTDM.



**Figura 3.** Larvas de tenébrio desidratadas antes da seleção e moagem.



Fonte: autora.

**Tabela 4.** Composição das larvas de *Tenebrio molitor* desidratadas e moídas utilizadas nas rações experimentais.

Teores (%)	Larvas desidratadas		LTDM <sup>(2)</sup>
	Máximo <sup>(1)</sup>	Mínimo <sup>(1)</sup>	
Umidade (U)	5	-	5,64
Proteína bruta (PB)	-	58,2	58,0
Extrato etéreo (EE)	-	25,4	31,7
Matéria fibrosa (MF)	4,7	-	9,2
Matéria mineral (MM)	3,5	-	3,5
Cálcio (Ca)	0,05	0,03	NA
Fósforo (P)	-	0,06	NA

<sup>1</sup>Níveis de garantia fornecidos pela ProteicaOnline®.

<sup>2</sup>Valores analisados.

LTDM = Larvas de tenébrio desidratadas moídas; NA = Não analisado.

A mistura e processamento das rações foram realizados no Laboratório de Rações do Setor Experimental da Unesp – Campus de Araçatuba, onde a ração farelada passou pelo processo de peletização.

A composição percentual, nutricional calculada e analisada das rações experimentais são apresentadas nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

**Tabela 5.** Composição percentual das rações experimentais.

Ingredientes (%)	Inclusão de LTDM			
	0%	4%	8%	12%
Milho	62,86	63,53	62,70	57,00
Farelo de soja	21,30	15,80	10,57	4,36
Farelo de trigo	8,00	9,00	10,00	16,76
Fosfato bicálcico	2,42	2,37	2,32	2,08
Óleo de soja	2,50	1,00	0,00	0,00
Premix vitamínico mineral <sup>1</sup>	0,80	0,80	0,80	0,80
<i>Lithothamnium calcareum</i> <sup>2</sup>	0,60	0,65	0,70	0,88
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30
Cloridrato de colina	0,17	0,17	0,17	0,17
DL-metionina	0,03	0,04	0,05	0,06
L-lisina	0,00	0,01	0,04	0,07
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Fitase	0,01	0,01	0,01	0,01
Inerte	1,00	2,31	4,33	5,60
Larvas de tenébrio desidratadas e moídas	0,00	4,00	8,00	12,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

LTDM = Larvas de tenébrio desidratadas moídas

Fonte: Elaborado pela própria autora.

<sup>1</sup>Premix vitamínico-mineral - Enriquecimento por kg do produto: cobre (mg) - 6666,67; ferro (g) - 33,33; manganês (mg) - 53,33; selênio (mg) - 186,667; zinco (mg) - 40,00; iodo (mg) - 800,00; vitamina a (ui) - 5.400.000,00; vitamina d3 (ui) - 1.666.666,67; vitamina e (ui) - 4.666,67; vitamina k3 (mg) - 1.333,33; vitamina b1 (mg) - 666,67; vitamina b2 (mg) - 2.333,33; vitamina b6 (mg) - 666,67; vitamina b12 (mcg) - 6.666,67; ac. pantotênico (mg) - 4.400,00; ac. fólico (mg) - 266,67; biotina (mg) - 10,00; niacina (g) - 14,00; B.H.T. (g) - 10,00.

<sup>2</sup>*Lithothamnium calcareum* como fonte de cálcio (33,38 % de Ca).

**Tabela 6.** Composição nutricional calculada e analisada das rações experimentais<sup>1</sup>.

Item	Níveis de inclusão de LTDM			
	0%	4%	8%	12%
Umidade (%)	(12,26)*	(10,12)*	(9,70)*	(9,92)*
Proteína bruta (%)	16,30 (17,55)*	16,30 (16,43)*	16,30 (15,44)*	16,30 (15,44)*
Extrato etéreo (%)	4,99 (4,32)*	4,98 (4,00)*	5,20 (4,47)*	6,42 (5,55)*
Fibra bruta (%)	3,20 (2,59)*	3,36 (2,44)*	3,49 (3,14)*	4,04 (3,04)*
Cinzas (%)	2,47	2,34	2,11	1,80
Energia Bruta (kcal/kg)	3.385*	3.455*	3.600*	3.731*
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000
Cálcio (%)	0,90	0,90	0,90	0,90
Fósforo total (%)	0,60	0,60	0,60	0,60
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15
Lisina total (%)	0,79	0,79	0,79	0,79
Metionina + Cistina total (%)	0,78	0,78	0,78	0,78
Treonina total (%)	0,62	0,62	0,62	0,62

LTDM = Larvas de tenébrio desidratadas moídas.

<sup>1</sup> Composição com base na matéria natural.

\*Valores analisados.

Fonte: Elaborado pela própria autora.

Visando uma melhor homogeneidade da mistura, contabilizou-se 15 minutos em misturador horizontal, e os micro ingredientes foram pré-misturados por 10 minutos em misturador vertical tipo “Y”. Durante a peletização, inseriu-se vapor para favorecer a eficiência da formação do pélete (que normalmente é proveniente de uma caldeira). Na ausência da caldeira, foram utilizadas as recomendações de Klein (2009), adicionando água quente antes de realizar a peletização (30 ml/kg de ração). O tamanho dos péletes das rações foi de 7 mm.

Durante cada período considerou-se 4 dias de adaptação aos tratamentos experimentais e 4 dias de ensaio de metabolismo, com fornecimento de ração e coleta de excretas duas vezes ao dia, às 7h30 e às 16h30, e fornecimento de água *ad libitum*.

As excretas coletadas foram quantificadas e armazenadas em sacos plásticos identificados e em seguida congeladas a -20°C. As amostras de ração e excretas foram levadas ao Laboratório de Bromatologia do Departamento de Biologia e Zootecnia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Unesp, Campus de Ilha

Solteira, onde foram determinados os teores de matéria seca (MS %), nitrogênio (N %), extrato etéreo (EE %), cinzas (Cz %) e matéria orgânica (MO %) de acordo com as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2006). Os valores de energia bruta das rações e das excretas foram obtidos no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Unesp - Campus de Botucatu, por meio de bomba calorimétrica.

Foram quantificados o consumo de água (ml/ave/dia), consumo de ração (g/ave/dia), desperdício de ração (g/ave/dia), ingestão de matéria natural (IMN, g/kg<sup>0,75</sup>), ingestão de matéria seca (IMS, g/kg<sup>0,75</sup>), ingestão de proteína (IPB, g/kg<sup>0,75</sup>) e os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA, %) da PB, EE e MO das rações. Para os cálculos dos CDA dos nutrientes foi utilizada a seguinte fórmula:

$$CDA \text{ nutriente } (\%) = \frac{\text{nutriente ingerido} - \text{nutriente excretado}}{\text{nutriente ingerido}} \times 100$$

Com base nos valores de energia bruta das rações e excretas, obtidos por queima em bomba calorimétrica, foram calculados os valores de coeficiente de metabolizabilidade da energia e valores de energia metabolizável aparente (EMA kcal/kg), seguindo a formula de Matterson *et al.* (1965) e ajustados para o balanço de nitrogênio (EMAn Kcal/kg):

**Coeficiente de metabolizabilidade da energia aparente (CMA da EB):**

$$CMA \text{ da EB } (\%) = \frac{EB \text{ ingerida} - EB \text{ excretada}}{EB \text{ ingerida}} \times 100$$

**Energia Metabolizável Aparente (EMA):**

$$EMA \text{ (kcal/kg)} = \frac{EB \text{ ingerida} - EB \text{ excretada}}{MS \text{ ingerida}}$$

**Energia Metabolizável Aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn):**

$$EMAn (kcal/kg) = \frac{EB \text{ ingerida} - (EB \text{ excretada} + 8,22 * BN)}{MS \text{ ingerida}}$$

**Balanço de nitrogênio (BN):**

$$BN (g) = \textit{nitrogênio ingerido} - \textit{nitrogênio excretado}$$

As análises dos dados foram realizadas com auxílio do software SAS® com critério de 5% de significância. Inicialmente os dados foram avaliados quanto a normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA), onde a aplicação do delineamento experimental quadrado latino duplo (4 x 4) possibilitando maior controle dos dados, onde o período ajudou a aumentar os graus de liberdade e confiabilidade. No caso de efeito significativo dos níveis de inclusão da LTDM realizou-se a regressão polinomial considerando-se os modelos linear e quadrático.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As rações foram formuladas para serem isoproteicas e isoenergéticas, 16,3% de PB e 3.000 kcal/kg de EM com base na matéria natural, entretanto, após as análises laboratoriais verificou-se que o teor de proteína bruta e energia bruta oscilaram entre as rações, como demonstra a composição química e energética analisada das rações (Tabela 6).

Para os dados de consumo de água, consumo e desperdício de ração não foram constatados efeitos significativos ( $P > 0,05$ ) da inclusão de LTDM nas dietas de papagaios (Tabela 7).

**Tabela 7.** Médias diárias de consumo de água, consumo e desperdício de ração de papagaios verdadeiros alimentados com rações contendo níveis de LTDM.

Tratamentos	Consumo de água (ml/ave)	Consumo de ração (g/ave)	Desperdício de ração (g/ave)
0% LTDM	39,81	18,71	6,60
4% LTDM	41,48	18,47	6,34
8% LTDM	39,86	17,38	6,28
12% LTDM	44,34	17,97	6,38
<i>P value</i>	0,4637	0,2986	0,9911
EPM	3,6627	0,4983	1,1058

LTDM = Larvas de tenébrio desidratadas moídas; EPM = Erro Padrão da média.

Fonte: elaborado pela própria autora.

Apesar do consumo de água não ter sido influenciado pela inclusão de LTDM, no nível de 12% de inclusão as aves ingeriram em média cerca de 10% a mais de água em relação aos demais níveis. Na ração com inclusão de 12% de LTDM ocorreu uma maior inclusão de farelo de trigo (16,76%), o que pode ter influenciado no aumento no consumo de água, isso pelo fato das fibras solúveis possivelmente terem retido mais água no ambiente do lúmen intestinal, sem, contudo, permitir a reabsorção de água, causando, portanto, retenção e posterior eliminação pelas excretas, situação que determina maior ingestão de água, semelhante observado em poedeiras (ARAÚJO *et al.*, 2008).

Independente da inclusão da LTDM, a média no consumo diário de ração ficou abaixo do relatado para espécie, cerca de 22,77 g/ave (SAAD *et al.*, 2007b) a 27,07 g/dia (SOUSA, 2016). Cabe destacar que nos diferentes estudos relatados os níveis de energia das dietas foram distintos, portanto, é prudente não avaliar isoladamente o consumo de ração, deve ser considerado também o nível energético da mesma.

Em relação ao desperdício de ração, os valores foram baixos quando comparados aos valores relatados por Saad *et al.* (2007b), em média 48,85 g (14,85 a 82,93) para rações próprias para psitacídeos, porém com diferentes tamanhos e resistência dos grânulos em função de peletização ou extrusão. Os referidos autores relataram ainda que os papagaios seguravam o pélete com os dedos e os quebravam até ficar de um tamanho compatível com o bico, situação que acabou aumentando o desperdício. No presente estudo, o tamanho utilizado facilitou a apreensão da ração diretamente pelo do bico (Figura 4) sendo a utilização dos pés zigodáctilos menos evidente, gerando menor desperdício.

Na Tabela 8 são apresentadas as médias para ingestão de matéria seca e de nutrientes (g/ave e g/kg<sup>0,75</sup>) e ingestão de energia bruta (kcal/ave e kcal/kg<sup>0,75</sup>). A ingestão diária, seja por ave (g/ave) ou por peso metabólico (g/kg<sup>0,75</sup>), de MS, MO e EB não foram influenciadas ( $P > 0,05$ ) pela inclusão de LTDM, entretanto para a ingestão de PB e EE foi verificado efeito significativo.

**Figura 4.** Papagaio se alimentando da ração experimental, utilizando a língua para manipular o grânulo.



Fonte: autora.

Da mesma forma que os níveis de LTDM não influenciaram o consumo diário de ração das aves (Tabela 7), também não influenciaram a ingestão diária de matéria seca, sendo a ingestão média de 16,21 g/MS/dia muito próxima a ingestão de 16,49 g MS/dia observada por Werneck *et al.* (2020) para papagaios alimentados com diferentes tamanhos geométricos de milho incluído nas rações.

A ingestão de PB expressa em g/ave apresentou um comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ), indicando redução na ingestão de PB até o nível de 8,76% (2,73 g PB/ave) e aumento na ingestão acima deste nível. Já a expressão da ingestão de PB com base no peso metabólico determinou decréscimo linear ( $P < 0,01$ ) com o aumento na inclusão de LTDM.

**Tabela 8.** Ingestão diária de nutrientes (Ing.), matéria orgânica e energia bruta de papagaios verdadeiros alimentados com rações contendo níveis de LTDM.

	Níveis de LTDM (%)				P valor	EPM	P Regressão	
	0%	4%	8%	12%			L	Q
<b>Ing. MS</b>								
(g/ave)	16,42	16,60	15,69	16,12	0,5362	0,4481	-	-
(g/kg <sup>0,75</sup> )	33,55	33,97	32,10	32,97	0,7782	1,3228	-	-
<b>Ing. PB</b>								
(g/ave)	3,28	3,02	2,61	2,77	0,0012	0,0817	0,001	0,013 <sup>(1)</sup>
(g/kg <sup>0,75</sup> )	6,71	6,19	5,35	5,66	0,0164	0,2430	0,009 <sup>(2)</sup>	0,068
<b>Ing. EE</b>								
(g/ave)	0,81	0,74	0,70	0,81	0,0000	0,0191	0,000	0,000 <sup>(3)*</sup>
(g/kg <sup>0,75</sup> )	1,65	1,51	1,43	1,66	0,0006	0,0621	0,001	0,001 <sup>(4)*</sup>
<b>Ing. MO</b>								
(g/ave)	13,94	14,49	13,80	14,19	0,6125	0,3912	-	-
(g/kg <sup>0,75</sup> )	28,49	29,65	28,24	29,02	0,8173	1,1514	-	-
<b>Ing. EB</b>								
(kcal/ave)	63,33	63,81	62,55	65,62	0,3172	1,7088	-	-
(kcal/kg <sup>0,75</sup> )	129,42	130,59	128,00	134,18	0,6207	5,1259	-	-

Ing. = Ingestão; MS = Matéria seca; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; MO = Matéria orgânica; EB = Energia bruta; EPM = Erro padrão da média; LTDM = Larvas de tenébrio desidratadas moídas.

L = efeito linear; Q = efeito quadrático.

Fonte: Elaboração pela própria autora.

<sup>1</sup>Ing. PB (g/ave/dia) = 3,3229 - 0,1349x + 0,0077x<sup>2</sup>; R<sup>2</sup>= 0,8659.

<sup>2</sup>Ing. PB (g/kg<sup>0,75</sup>/dia) = 6,5432 - 0,0871x; R<sup>2</sup>= 0,8139.

<sup>3</sup>Ing. EE (g/ave/dia) = 0,8114 - 0,0391x + 0,0045x<sup>2</sup>; R<sup>2</sup>= 0,9928.

<sup>4</sup>Ing. EE (g/kg<sup>0,75</sup>/dia) = 1,6583 - 0,0793x + 0,0091x<sup>2</sup>; R<sup>2</sup>= 0,9926.



As recomendações de proteína para papagaios não estão bem claras ainda, principalmente pelo fato da inexistência de tabelas específicas para a espécie. As tabelas da AAFCO (1998) definem níveis nutricionais para psitacídeos em geral. Com base nestas tabelas, os níveis de proteína das dietas experimentais ficaram acima do estabelecido, de no mínimo 12%. Porém quando considerada a ingestão por peso metabólico, independente dos níveis de LTDM, os valores ficaram abaixo dos relatados por Saad *et al.* (2007b) para uma ração peletizada (7,51 g/kg<sup>0,75</sup>). De acordo com os mesmos autores, considerando-se um consumo médio de 45 g de MS/kg<sup>0,75</sup> e as recomendações da AAFCO (1998), a ingestão diária de PB pode ser expressa como 6,3 g/kg<sup>0,75</sup>. Considerando-se este valor, os níveis de 8 e 12% de LTDM determinaram ingestão de PB abaixo do recomendado. É prudente considerar que a ingestão de proteína deve ser suficiente para manter as aves em balanço positivo de nitrogênio (SAAD *et al.*, 2007c).

Independente da forma de expressão (g/ave ou g/kg<sup>0,75</sup>), a ingestão de EE apresentou um comportamento quadrático ( $P < 0,01$ ) para a inclusão de LTDM (Tabela 8). A partir do nível médio de inclusão de 4,35% LTDM ocorre um aumento na ingestão de EE, com ingestão mínima foi de 1,73 g/ave/dia ou 1,49 g/kg<sup>0,75</sup>/dia.

Os níveis de inclusão da LTDM não influenciaram ( $P > 0,05$ ) os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, EE, MO e coeficiente de metabolizabilidade aparente da PB e EB (Tabela 9).

As médias dos CDA da MS (83,08%) e da EB (85,12%) ficaram acima dos relatados para psitacídeos. Em rações extrusadas para papagaios o valor médio do CDA-MS e da CMA-EB reportado por Werneck *et al.* (2020) foi de 73,00 e 78,54%, respectivamente. No caso de rações peletizadas, porém para araras, o CDA-MS e CMA-EB relatado é de 67,9 e 75,1%, respectivamente (VELOSO JR *et al.*, 2014).

Quando observamos a Tabela 5, notamos que o aumento na inclusão de tenébrio nas rações determinou, além da redução na entrada de farelo de soja, redução e até mesmo exclusão de óleo de soja, demonstrando que a LTDM, tem aporte proteico e energético e mesmo com a inclusão de farelo de trigo não houve redução na digestibilidade dos nutrientes avaliados (Tabela 9).

**Tabela 9.** Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), da matéria orgânica (MO) e coeficiente de metabolizabilidade aparente (CMA) da proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) de papagaios verdadeiros alimentados com rações contendo níveis de LTDM.

	Níveis de LTDM (%)				P valor	EPM	P Regressão	
	0%	4%	8%	12%			L	Q
CDA MS (%)	82,71	82,35	83,76	83,51	0,6134	0,8213	-	-
CMA PB (%)	56,84	52,44	54,92	54,93	0,5301	2,0660	-	-
CDA EE (%)	91,70	89,83	90,64	90,76	0,2928	0,8524	-	-
CDA MO (%)	97,22	97,17	97,37	97,15	0,1767	0,1338	-	-
CMA EB (%)	84,70	84,29	85,81	85,69	0,4187	0,7443	-	-

L = efeito linear; Q = efeito quadrático.

EPM = Erro padrão da média; LTDM = Larvas de tenébrio desidratadas moídas

Fonte: Elaboração pela própria autora.

O balanço nitrogenado e os níveis e ingestões diárias de EMA e EMAn são listados na Tabela 10. Os níveis de LTDM afetaram ( $P < 0,01$ ) apenas o BN e os níveis de EMA e EMAn, sem interferir ( $P > 0,05$ ) na ingestão diária de energia metabolizável.

O BN teve um comportamento quadrático à medida que os níveis de inclusão da LTDM foram aumentando, sendo que a derivada primeira das equações indicou que os menores valores de BN, 0,231 g/ave ou 0,479 g/kg<sup>0,75</sup>, são atingidos, respectivamente, com a inclusão de 8,04% e 7,83% de LTDM, aumentando a medida que a LTDM ultrapassa estes valores. Durante o ensaio o BN dos papagaios manteve-se positivo, o que indica que as aves ingeriram quantidade suficiente de proteína e que provavelmente estavam depositando tecido (SAAD *et al.*, 2007c). No presente estudo, o fato do BN ter apresentado valores positivos, mesmo associados a menores ingestões de proteína (Tabela 8) em relação a outros trabalhos, reforça os indícios que as exigências de desse nutriente para papagaios precisam ser melhor elucidadas.

Para o nível de EMA e EMAn da ração, a derivação das equações quadráticas indicam aumento, respectivamente, a partir da inclusão de 0,76% e 1,07% da LTDM, entretanto esses efeitos não ocorreram para a ingestão diária de EMA ou EMAn, independentemente da forma de expressão dos valores, kcal/ave ou kcal/kg<sup>0,75</sup>.

Considerando-se o valor médio de ingestão diária de EMAn, de 216,7 kcal/kg<sup>0,75</sup>, obtido no presente estudo, nota-se que está bem acima dos 158,75 kcal/kg<sup>0,75</sup> calculado por Saad *et al.* (2007b) com base em formulas preconizadas por Carciofi (1996) ou de 154,64 kcal/kg<sup>0,75</sup> indicado por Koutsos *et al.* (2001b) para psitacídeos. No estudo de Saad *et al.* (2007b), a ingestão de EMAn de papagaios para ração peletizada foi de 139,8 kcal/kg<sup>0,75</sup>, enquanto para uma ração comercial extrusada própria para psitacídeos a ingestão foi de 196 kcal/kg<sup>0,75</sup>.

**Tabela 10.** Balanço de nitrogênio (BN), nível e ingestão diária de Energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de rações para papagaios verdadeiros alimentados com rações contendo níveis de LTDM.

	Níveis de LTDM (%)				P valor	EPM	P regressão	
	0%	4%	8%	12%			L	Q
<b>BN</b>								
(g/ave)	0,30	0,25	0,23	0,24	0,0000	0,0058	0,000	0,000 <sup>(1)</sup>
(g/kg <sup>0,75</sup> )	1,07	0,99	0,85	0,90	0,0044	0,0211	0,005	0,006 <sup>(2)</sup>
<b>EMA</b>								
(kcal/kg)	3.268	3.240,15	3.421,36	3.487,48	0,0000	29,0405	0,000	0,022 <sup>(3)</sup>
<b>EMAn</b>								
(kcal/kg)	3.118	3.115	3.302	3.364	0,0000	24,5474	0,000	0,030 <sup>(4)</sup>
<b>IEMA</b>								
(kcal/ave)	109,73	110,15	109,85	115,06	0,6022	4,8260	-	-
(kcal/kg <sup>0,75</sup> )	224,34	225,47	224,89	235,39	0,6349	10,2707	-	-
<b>IEMAn</b>								
(kcal/ave)	104,68	105,89	106,00	110,96	0,4218	3,9137	-	-
(kcal/kg <sup>0,75</sup> )	214,02	216,78	217,01	227,01	0,5618	9,5203	-	-

L = efeito linear; Q = efeito quadrático.

IEMA = ingestão de EMA; IEMAn = ingestão de EMAn

<sup>1</sup> Balanço de N (g/ave/dia) = 0,3019 - 0,0177x + 0,0011x<sup>2</sup>; R<sup>2</sup>= 0,9870.

<sup>2</sup> Balanço de N (g/kg<sup>0,75</sup>/dia) = 0,6168 - 0,0360x + 0,0023x<sup>2</sup>; R<sup>2</sup>= 0,9879.

<sup>3</sup> EMA (kcal/kg) = 3254,7746 - 3,7348x + 2,4596x<sup>2</sup>; R<sup>2</sup>= 0,946.

<sup>4</sup> EMAn (kcal/kg) = 3105,5006 - 4,1721x + 1,9432x<sup>2</sup>; R<sup>2</sup>= 0,9518.

Fonte: Elaboração pela própria autora.

O fato da ingestão diária de EMA ou EMAn não ter sido influenciada pelos níveis de inclusão de LTDM demonstra que os papagaios ingeriram ração de forma a atender suas demandas energéticas. A demanda energética dos papagaios, assim como das demais aves, é influenciada por diversos fatores, como peso corporal,

temperatura ambiente, e forma de alojamento (KOUTSOS *et al.*, 2001b). No presente estudo o alojamento dos papagaios (gaiolas de 0,75 x 0,75 x 1,00 m) permitiu maior movimentação em relação a movimentação nos casos de alojamento em gaiola de metabolismo com alojamento individual. Outra situação foi a realização dos ensaios em temperatura ambiente, sem controle sobre as variações diárias. Desta forma, os valores de ingestão diária de energia se aproximaram dos valores médios de 190 kcal EMA/kg<sup>0,75</sup> (224 e 156 kcal EMA/kg<sup>0,75</sup>) e 185 kcal EMAn/kg<sup>0,75</sup> (217 e 153 kcal EMAn/kg<sup>0,75</sup>) (SOUSA, 2016) observado para papagaios alojados em condições semelhantes aos ensaios realizados no presente estudo.

#### **4 – CONCLUSÕES**

A inclusão de larvas de *Tenebrio molitor* desidratadas e moídas em rações para papagaio verdadeiro até o nível de 12% não interfere no consumo voluntário ou na digestibilidade da matéria seca, dos nutrientes ou da energia, podendo ser utilizado como fonte de proteína e de energia sem comprometimento no aproveitamento dos nutrientes. A inclusão de LTDM a partir de 1,07% contribui para o aumento no teor de EMAn da ração.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. M. *et al.* Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, n. 1, p. 67-72, 2008.

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS INCORPORATED-AAFCO. Nutrition expert painel review: new rules for feeding pet birds. **Feed Management**, Sea Isle City, v. 49, n. 2, p. 23-25, 1998. Disponível em: [https://www.windycityparrot.com/images/pdfs/newrulesforfeedingpetbirds\\_feb1998.pdf](https://www.windycityparrot.com/images/pdfs/newrulesforfeedingpetbirds_feb1998.pdf). Acesso em: 10 jun. 2020.

CARCIOFI, A. C. **Avaliação de dieta à base de sementes e frutas para papagaios (*Amazona sp*)**: determinações da seletividade dos alimentos, consumo, composição nutricional, digestibilidade e energia metabolizável. 1996. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CARCIOFI, A. C.; SAAD, C. E. P. Nutrition and nutritional problems in wild animal. In: FOWLER, M. E.; CUBAS, Z. S. **Biology, medicine, and surgery of South American wild animals**. Ames: Iowa State University, 2001. p. 425-434.

CARVALHO, T. S. G. de *et al.* Reproductive Characteristics of Cockatiels (*Nymphicus hollandicus*) Maintained in Captivity and Receiving Madagascar Cockroach (*Gromphadorhina portentosa*) Meal. **Animals**, Basel, v. 9, n. 6, p. 312, 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION-FAO. **Dietary protein quality evaluation in human nutrition**. Rome: FAO, 2013. p. 1-66. Report of an FAO Expert Consultation.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION-FAO. WAGENINGEN UNIVERSITY AND RESEARCH-WUR. **Edible insects – future prospects for food and feed security**. Rome: FAO Forestry Paper, 2013. p. 171-187.

KOUTSOS, E. A.; MATSON, K. D.; KLASING, K. C. Nutrition of birds in the order Psittaciformes: a review. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, Teaneck, v. 15, n. 4, p. 257–75, 2001b.

MATTERSON, L. D. *et al.* **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11 p. (Research Report, 7).

OONINCX, D. G.; BOER, I. J. Environmental expression the production of mealworms as a protein source for humans—a life cycle assessment. **PloS One**, San Francisco, v. 7, n. 12, p. e51-145, 2012.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2017.

SAAD, C. E. P. *et al.* Avaliação do gasto e consumo voluntário de rações balanceadas e semente de girassol para papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*).

**Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1176-1183, 2007b. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542007000400034](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542007000400034). Acesso em: 20 dez. 2020.

SAAD, C. E. P. *et al.* Avaliação nutricional de rações comerciais e semente de girassol para papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1493-1499, 2007c. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542007000500033](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542007000500033). Acesso em: 20 jun. 2020.

SAS. **SAS Software**. Version 9.1. Cary: North Carolina: SAS Institute Inc., 2020.  
SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2006. 235 p.

SOUSA, L. O. **Avaliação de eficiência nutricional e econômica de dietas para papagaios verdadeiros (*Amazona aestiva*) em cativeiro**. 2016. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade de Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/138200>. Acesso em: 25 jun. 2020.

SUPERIOR HEALTH COUNCIL. **Food safety aspects of insects intended for human consumption**. Scientific Committee of the Federal Agency for the Safety of Food, 9160, 2014. 23 p. Disponível em: <https://www.health.belgium.be/en/food-safety-aspects-insects-intended-human-consumption-shc-9160-fasfc-sci-com-201404#anchor-21254>. Acesso em: 25 jun. 2020.

VELOSO JUNIOR, R. R. *et al.* Effects of food processing and fibre content on the digestibility, energy intake and biochemical parameters of Blue-and-gold macaws (*Ara ararauna* L. –Aves, Psittacidae). **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 98, n. 2, p. 251-261, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/113277>. Acesso em: 20 jun. 2020.

WERNECK, G. R. *et al.* Influence of maize particle size on kibble quality, palatability and metabolizability of diets for the Blue-fronted Amazon parrot (*Amazona aestiva*). **Journal of Animal and Feed Sciences**, Jablonna, v. 29, n. 1, p. 75-81, 31 mar. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION-WHO. **Protein and amino acid requirements in human nutrition**: 55<sup>x</sup>pressio a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. 2007. WHO Technical Report Series Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43411>. Acesso em: 31 mar. 2020.