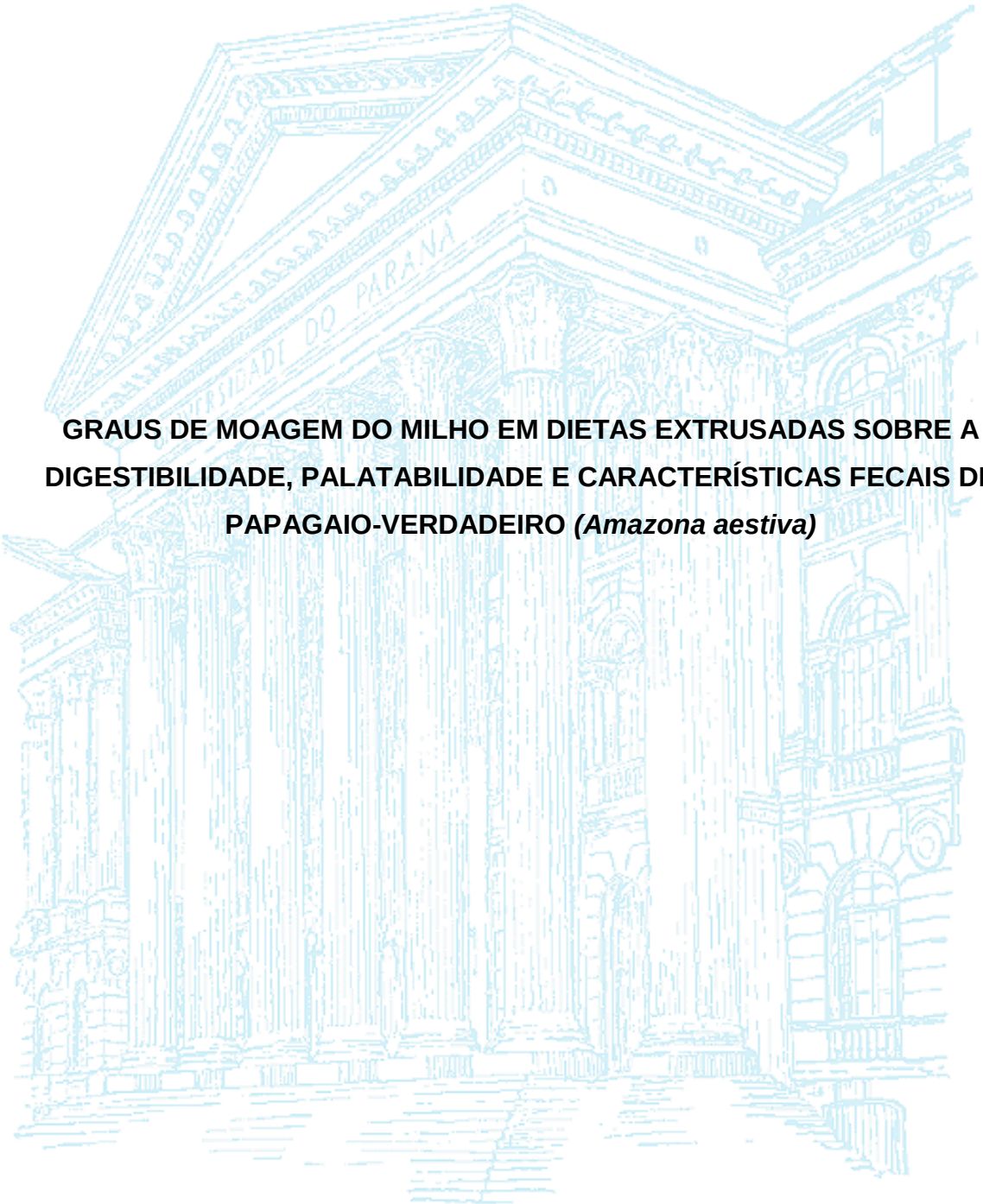
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
GABRIEL RODRIGUES WERNECK



GRAUS DE MOAGEM DO MILHO EM DIETAS EXTRUSADAS SOBRE A DIGESTIBILIDADE, PALATABILIDADE E CARACTERÍSTICAS FECAIS DE PAPAGAIO-VERDADEIRO *(Amazona aestiva)*

CURITIBA
2016

GABRIEL RODRIGUES WERNECK

GRAUS DE MOAGEM DO MILHO EM DIETAS EXTRUSADAS SOBRE A DIGESTIBILIDADE, PALATABILIDADE E CARACTERÍSTICAS FECAIS DE PAPAGAIO-VERDADEIRO *(Amazona aestiva)*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação de Zootecnia, Área de nutrição e produção de não ruminantes e animais de companhia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Profa. Dra. Ananda Portella Félix

CURITIBA

2016

W491 Werneck, Gabriel Rodrigues
Graus de moagem do milho em dietas extrusadas sobre a digestibilidade, palatabilidade e características fecais de papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*). / Gabriel Rodrigues Werneck. Curitiba: 2016.
83 f. il.

Orientadora: Ananda Portella Félix
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

1. Milho. 2. Milho como ração. 3. Nutrição animal.
I. Félix, Ananda Portella. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDU 631.528.1

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

UFPR

PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **"GRAUS DE MOAGEM DO MILHO SOBRE A DIGESTIBILIDADE E PALATABILIDADE DE DIETAS EXTRUSADAS EM PAPAGAIO-VERDADEIRO (Amazona aestiva)"** apresentada pelo Mestrando **GABRIEL RODRIGUES WERNECK** declara ante os méritos demonstrados pelo Candidato, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou o candidato apto para receber o Título de Mestre em Zootecnia, na Área de Concentração em Nutrição e Produção Animal.

Curitiba, 28 de março de 2016.

Professora Dra Ananda Portella Félix
Presidente/Orientador

Professora Dra Chayane da Rocha
Membro

Professor Dr. Edson Gonçalves de Oliveira
Membro

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo número 070/2015, referente ao projeto **"Graus de moagem sobre a digestibilidade e palatabilidade da dieta em papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*)"**, sob a responsabilidade de **Ananda Portella Félix** – que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de Outubro, de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - BRASIL, com grau B de invasividade, em reunião de 01/10/2015

Vigência do projeto	10 de outubro a novembro de 2015
Espécie/Linhagem	Papagaio verdadeiro
Número de animais	8
Peso/Idade	8-10 anos
Sexo	Machos e fêmeas
Origem	Fundação Parque Zoológico de São Paulo-FPZSP

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 070/2015, regarding the project "**Degrees of milling on diet digestibility and palatability in parrots (*Amazona aestiva*)"**, under **Ananda Portella Félix** supervision – which includes the production, maintenance and/or utilization of animals from Chordata phylum, Vertebrata subphylum (except Humans), for scientific or teaching purposes – is in accordance with the precepts of Law nº 11.794, of 8 October, 2008, of Decree nº 6.899, of 15 July, 2009, and with the edited rules from Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), and it was approved by the ANIMAL USE ETHICS COMMITTEE OF THE AGRICULTURAL SCIENCES CAMPUS OF THE UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (Federal University of the State of Paraná, Brazil), with degree B of invasiveness, in session of 10/01/2015.

Duration of the project	October 10th to November 2015
Specie/Line	Parrot
Number of animals	8
Wheight/Age	8-10 years
Sex	Males and females
Origin	Foundation Zoological Park of Sao Paulo-FPZSP

Curitiba, 01 de Outubro de 2015.

Ananda Portella Félix
Presidente CEUA-SCA

Simone Tostes de Oliveira Stedile
Vice-Presidente CEUA-SCA

Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 50618-1	Data da Emissão: 14/09/2015 14:03	Data para Revalidação*: 13/10/2016

* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

Dados do titular

Nome: GABRIEL RODRIGUES WERNECK	CPF: 048.712.069-80
Título do Projeto: GRAUS DE MOAGEM DA DIETA EXTRUSADA SOBRE A DIGESTIBILIDADE, PALATABILIDADE, CARACTERÍSTICAS FECAIS E PARÂMETROS BIOQUÍMICOS DO SANGUE DE PAPAGAIO-VERDADEIRO (Amazona aestiva)	
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	CNPJ: 75.095.679/0001-49

SISBIO

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Ensaio de digestibilidade	09/2015	11/2015
2	Ensaio de palatabilidade	11/2015	11/2015

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen.
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Doc. Identidade	Nacionalidade
1	LIDIANE PRISCILA DOMINGUES	Auxílio nas análises laboratoriais	071.916.249-14	132588953 SSP-PR	Brasileira
2	TATIANE BRANDÃO MORENO	Execução do manejo e auxílio da tabulação dos dados	085.999.949-13	128499113 SSP-PR	Brasileira

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	SAO PAULO	SP	PARQUE ESTADUAL FONTES DO IPIRANGA - PEFI	Fora de UC Federal
2	CURITIBA	PR	Universidade Federal do Paraná-UFPR	Fora de UC Federal

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

SISBIO

Código de autenticação: 29568912

Dedico:

Aos meus pais, Lusicler e Marco
E aos meus irmãos e família de Curitiba
por entenderem muitas vezes a minha ausência
em busca dos meus sonhos e da realização
profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus pelo dom da vida

Aos meus pais, Lusicler e Marcos, e a minha avó Maria *(in memoriam)*, que foram meus primeiros professores, que sempre me ensinaram o caminho correto dando educação, carinho, bons exemplos, amor e apoio incondicional.

À minha família, em especial, aos meus irmãos, André, Osmar, Andrea, meu sobrinho Kelvin, tia Jane e prima Ana Paula, pelo apoio incondicional que me deram forças durante todo o período de formação.

À minha família de São Paulo, pelo apoio mesmo que distante sei que os pensamentos sempre serão positivos. Em especial, a minha madrinha Ivone, por todo amparo e preocupação. Saiba que a senhora sempre esteve nas minhas orações.

Ao meu amigo de infância Robert e sua esposa Themys, por sempre me incentivarem a estudar.

Aos amigos desde a graduação Lucas, Círio, Felipe, Everaldo pelo incentivo. Em especial, a Lidiane, Lucas e Tatiane pelo apoio e ajuda no desenvolvimento do trabalho.

Ao zootecnista prof. Dr. Edson Gonçalves de Oliveira e a profª. Dr.ª Marina I.M. de Almeida, pelo incentivo e orientações desde a graduação. Em especial ao Prof. Edson que acreditou no meu potencial e nos meus sonhos me indicando para fazer o mestrado. Certamente sou eternamente grato.

A minha orientadora zootecnista, Dra. Ananda Portella Félix, por todos os ensinamentos, não negando esforços desde o primeiro momento, me apoiou em todos os passos até o fim desta jornada do mestrado. Mérito de orientadora, mostrando- me o caminho, dando certa liberdade na tomada de decisões e não simplesmente impondo ou dando tudo pronto. Com certeza isso ajudou no meu crescimento, dando- me a oportunidade de tê-la como professora, orientadora e amiga.

Aos amigos técnicos do Laboratório de Nutrição Animal da UFPR: Cleusa, Hair, Marcelo e Ruy, pelo auxílio nas análises laboratoriais. Em especial a Cleusa, Fabi e Felipe, pela dedicação, parceria e auxílio com as análises.

A Fundação Parque Zoológico de São Paulo, pela oportunidade de participar do programa de aprimoramento profissional (PAP), principalmente aos funcionários do Setor de Alimentação Animal: Henrique Tavares, Aline, Dirceu, Joaquim, Walter, Fábio, Doni, Marcela, Sueli, Valmir, Valdivino, Ivanildo, Moisés, Paulo, Eduardo, Elen, Carlos do biotério, Michele, Lucas, Andrea, Antônia, Maria, Juliano, Iracema e Mario. Agradeço a todos vocês que me acolheram durante quase 2 anos de muito aprendizado.

Ao meu orientador e amigo, zootecnista, Henrique Luís Tavares, chefe do Setor de Alimentação da Fundação Parque Zoológico de São Paulo, pelo apoio, compreensão, conselhos e incentivos em aprimorar e aplicar os conhecimentos necessários, tratando-me desde o começo como um profissional, afinal é disso que o mercado necessita.

Aos responsáveis e a equipe que me auxiliaram nos manejos com aves, coletas e análises laboratoriais no Zoológico de São Paulo: Fernanda Junqueira, Fabrício Rassy, Patrícia Locosque, Carolina Chagas, Henrique Tavares, Dr. João, Dr. Bressan, Marjori, Rodrigo, Danilo, Larissa, Tamiris, Zé das aves, Estanislau, Rodrigo, Angélica, Andrea e Keity.

A todos os amigos do Zoológico de São Paulo, compartilhando no dia-a-dia experiências, conhecimentos, boas risadas dentro e fora do zoo, deixando meus dias mais alegres. Em especial, ao Luan, Carol PAP, Caio, Suzana, Carol, Karina, Thatiane, Edson, Júnior, Lucão, Iara, Rose, Édy, Cybele, Rachel, Cauê, Kauê PAP, Camila, Regiane, Mara, Oriel, Ana Maria, Daniel, Patrícia Alexandrini, Paulo Gil, Sara, Lu, Lori, Iolanda, Oliveira, etc.

Aos amigos de São Paulo, Érica Bacelar, Fernando Mello, Atanair, Junior e Mineiro, pelo apoio incondicional. Em especial, ao Atanair, pela parceira no dia-a-dia e no auxílio na busca das dietas experimentais.

Ao Carlos Benites e Carlos Veiga, em nome da fábrica de ração Biotron zootécnica®, muito obrigado pelo auxílio e fornecimento das rações experimentais.

Enfim, obrigado a todos que de uma forma ou outra estiveram presentes nesta caminhada.

Gabriel Rodrigues Werneck

"É melhor estar preparado para uma oportunidade
e não ter nenhuma,
do que ter uma oportunidade
e não estar preparado."

– Whitney Young Jr.

"Seu trabalho vai preencher boa parte da sua vida e
a única maneira de ser verdadeiramente satisfeito
é fazer o que acredita ser um ótimo trabalho.
E a única maneira de fazer um ótimo trabalho
é amar o que você faz."

– Steve Jobs

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS xiii
LISTA DE TABELAS xiv
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS xv

RESUMO xvi
ABSTRACT xvii

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS 18
1. INTRODUÇÃO 18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 19
2.1 MORFOFISIOLOGIA DIGESTIVA DOS PSITACÍDEOS 19
2.1.1 Bico 20
2.1.2 Cavidade oral e Faringe 22
2.1.3 Língua 23
2.1.4 Esôfago 24
2.1.5 Papo ou Inglúvio 24
2.1.6 Proventrículo 25
2.1.7 Moela 25
2.1.8 Fígado e Pâncreas 27
2.1.9 Intestino Delgado (Duodeno, Jejuno e Íleo) 28
2.1.9.1 Duodeno 29
2.1.9.2 Jejuno 29
2.1.9.3 Íleo 30
2.1.10 Intestino Grosso (cecos e cólon) 30
2.1.10.1 Cecos 30
2.1.11 Cólon 33
2.1.12 Cloaca 34
2.2 NUTRIÇÃO DE PSITACÍDEOS NA NATUREZA 35
2.3 NUTRIÇÃO DE PSITACÍDEOS EM CATIVEIRO 36
2.3.1 Energia 39
2.3.2 Proteínas e aminoácidos 44
2.4 NUTRIÇÃO COMPARADA DE AVES DE PRODUÇÃO X NUTRIÇÃO DE PSITACÍDEOS 47

2.5 PROCESSAMENTO 50
2.5.1 Moagem 50
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS 53
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 54

CAPÍTULO II – GRAUS DE MOAGEM DO MILHO EM DIETAS EXTRUSADAS SOBRE A DIGESTIBILIDADE, PALATABILIDADE E CARACTERÍSTICAS FECAIS DE PAPAGAIO-VERDADEIRO *(Amazona aestiva)* 63
RESUMO 63
ABSTRACT 64
1. INTRODUÇÃO 65
2. MATERIAL E MÉTODOS 65
2.1. EXPERIMENTO I: ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE E CARACTERÍSTICAS FECAIS..... 65
2.1.1. Animais e alojamento 65
2.1.2. Dietas experimentais 66
2.1.3. Protocolo experimental e análises laboratoriais 67
2.1.4. Delineamento experimental e análises estatísticas 69
2.2. EXPERIMENTO II: ENSAIO DE PALATABILIDADE 69
2.2.1. Animais e instalações 69
2.2.2. Dietas experimentais 69
2.2.3. Procedimentos experimentais 69
2.2.4. Delineamento experimental e análises estatísticas 70
3. RESULTADOS 70
3.1. EXPERIMENTO I: ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE E CARACTERÍSTICAS FECAIS..... 70
3.1.1. Digestibilidade 70
3.1.2. Características fecais 72
3.2. EXPERIMENTO II: ENSAIO DE PALATABILIDADE 72
4. DISCUSSÃO 72
5. CONCLUSÃO 77
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 78
CONSIDERAÇÕES FINAIS 80

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

FIGURA 1. OS ÓRGÃOS DIGESTIVOS DA POMBA DA ROCHA COM EXCEÇÃO DO BICO, CAVIDADE ORAL E DO ESÔFAGO ANTERIOR. O COMPRIMENTO DOS CANAIS BILIARES FOI MUITO EXAGERADO PARA FINS ESQUEMÁTICOS. 19

FIGURA 2. BICO DE UM PSITACÍDEO DEMONSTRANDO AS ESTRUTURAS ÓSSEAS DA RANFOTECA, DIVIDIDA PELOS OSSOS MAXILARES SUPERIORES (RINOTECA), SUBDIVIDIDA EM PRÉ-MAXILA (1) E NASAL (2), E OSSO INFERIOR OU MANDÍBULA (3) (GNATOTECA). 21

FIGURA 3. BICO REVESTIDO POR BAINHAS EPIDÉRMICAS OU LÂMINAS DE QUERATINA E UMA DERME VASCULARIZADA NA RINOTECA (1) E NA GNATOTECA (2). 21

FIGURA 4. OROFARINGE DE FRANGO, COM A PARTE SUPERIOR DA CAVIDADE ORAL CONTENDO A LÍNGUA E A GLOTE COMO MOSTRA NO LADO ESQUERDO E A PARTE INFERIOR CONTENDO A ABERTURA DA COANA MOSTRADO À DIREITA. 22

FIGURA 5. SEÇÃO TRANSVERSAL DO ESTÔMAGO DE UM FRANGO, QUE CONSISTE NO PROVENTRÍCULO E MOELA. A CAMADA OU CUTÍCULA DE KOILIN É GROSSA, ESPECIALMENTE ESPESSA SOBRE OS DOIS MÚSCULOS LATERAIS. 26

FIGURA 6. PARTE DO TRATO GASTROINTESTINAL DE GALINHA, AVESTRUZ, BUTEO-DA-CAUDA-VERMELHA E UM PSITACÍDEO PERIQUITO-AUSTRALIANO. AUSÊNCIA DE CECOS NO INTESTINO GROSSO DO PSITACÍDEO, POSSUINDO SOMENTE O CÓLON. 30

FIGURA 7. JUNÇÃO DO ÍLEO, CECO E CÓLON DE PATO DOMÉSTICO, VISTO A PARTIR DO CÓLON PARA O ÍLEO (CENTRO) E AS DUAS ABERTURAS DA CLOACA. O ALONGAMENTO DO ÍLEO E AS PAPILAS CECAIS SOBRESSAEM PARA O LÚMEN DO CÓLON. CONSTRIÇÃO DOS ESFÍNCTERES CECAIS PERMITEM AS LONGAS VILOSIDADES FILTRAR AS PARTÍCULAS, EMBORA ABSORVENDO AS FRAÇÕES LÍQUIDAS. 33

FIGURA 8. CLOACA DE UMA FÊMEA DE POMBA-COMUM *(COLUMBA LIVIA)*. 34

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

TABELA 1. ESTIMATIVA DA NECESSIDADE DE ENERGIA METABOLIZÁVEL EM MANUTENÇÃO DE AVES ADULTAS DA ORDEM DOS PSITTACIFORMES EM RELAÇÃO AO PESO VIVO (PV) 41
TABELA 2. DIGESTIBILIDADE DAS DIETAS PARA PSITACÍDEOS ADULTOS.....42
TABELA 3. INFORMAÇÃO DA INGESTÃO DE ALIMENTOS DE PSITACÍDEOS ADULTOS EM CATIVEIRO 43
TABELA 4. FATOR DE AJUSTE PARA O CÁLCULO DO REQUERIMENTO FINAL DE ENERGIA. 44
TABELA 5. NÍVEIS DE PROTEÍNA E AMINOÁCIDOS MOSTRARAM-SE ADEQUADOS PARA ALGUNS PSITACÍDEOS EM UM DETERMINADO ESTADO FISIOLÓGICO.....45

CAPÍTULO II – GRAUS DE MOAGEM DO MILHO EM DIETAS EXTRUSADAS SOBRE A DIGESTIBILIDADE, PALATABILIDADE E CARACTERÍSTICAS FECAIS DE PAPAGAIO-VERDADEIRO *(Amazona aestiva)*

TABELA 1. INGREDIENTES, COMPOSIÇÃO QUÍMICA ANALISADA E CALCULADA DAS DIETAS EXTRUSADAS EXPERIMENTAIS PARA PSITACÍDEOS CONTENDO QUATRO GRAUS DE DGM (% DA MATÉRIA SECA) 67
TABELA 2. GASTO (G), SOBRAS (G, COMEDOURO), DESPERDÍCIO (G, BANDEJA) E INGESTÃO (G) DIÁRIA EM BASE DA MATÉRIA SECA DE PAPAGAIOS ALIMENTADOS COM DIETAS COM DIFERENTES DIÂMETROS GEOMÉTRICOS MÉDIO (DGM) 71
TABELA 3. COEFICIENTES DE METABOLIZABILIDADE APARENTE (CMA, %) E ENERGIA METABOLIZÁVEL (EM, KCAL/KG) DE DIETAS COM 4 DIFERENTES GRAUS DE MOAGEM DO MILHO E MATÉRIA SECA FECAL (MSF, %).....71
TABELA 4. MEDIANAS DO ESCORE FECAL DE PAPAGAIO-VERDADEIRO ALIMENTADOS COM DIETAS EXTRUSADAS CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE DGM 72
TABELA 5. NÚMERO DA PRIMEIRA ESCOLHA AO COMEDOURO E RAZÃO DE INGESTÃO (RI, MÉDIA ± ERRO PADRÃO) DA DIETA A EM RELAÇÃO À DIETA B EM PAPAGAIOS-VERDADEIROS 72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAFCO – Association of American Feed Control Officials
AOAC – Association of Official Analytical Chemists
Ca – Cálcio
CMA – Coeficiente de metabolizabilidade aparente
CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais
DGM – Diâmetro Geométrico Médio
DPG – Desvio Padrão Geométrico
EB – Energia bruta
EEA – Extrato etéreo em hidrólise ácida
EM – Energia metabolizável
EMAn – Energia metabolizável aparente corrigida pelo nitrogênio
FB – Fibra bruta
FPZSP – Fundação Parque Zoológico de São Paulo
IU – Índice de uniformidade
LNA – Laboratório de Nutrição Animal
MF – Módulo de finura
MM – Matéria mineral
MS – Matéria seca
MSf – Matéria seca fecal
NEM – Necessidade de energia metabolizável em manutenção
NRC – National Research Council
P – Fósforo
PB – Proteína bruta
PC – Peso corporal
PV – Peso vivo
RFE – Requerimento Final de Energia metabolizável
SISBIO – Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
TGI – Trato gastrointestinal
TMB – Taxa Metabólica Basal
UFPR – Universidade Federal do Paraná

GRAUS DE MOAGEM DO MILHO EM DIETAS EXTRUSADAS SOBRE A DIGESTIBILIDADE, PALATABILIDADE E CARACTERÍSTICAS FECAIS PARA PAPAGAIO-VERDADEIRO *(Amazona aestiva)*

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito do grau de moagem do milho em dietas extrusadas sobre a digestibilidade, palatabilidade e características fecais foram utilizadas 8 espécimes de papagaio-verdadeiro *(Amazona aestiva),* adultos (idade acima de 10 anos), machos e fêmeas, com peso médio de 400 g, clinicamente sadios, dóceis e adaptados ao cativeiro. As aves foram distribuídas em delineamento quadrado latino duplo (4 dietas x 4 períodos) com 8 repetições. O milho foi moído em peneiras de 0,8; 1,2; 2,6 e 4,2mm, gerando quatro dietas com diâmetros geométrico médio (DGM): 528, 575, 628 e 830,5 µm, respectivamente. Foi avaliado o gasto diário de dieta ofertada, sobras no comedouro, desperdício na bandeja, ingestão diária, energia metabolizável (EM) e os coeficientes de metabolizabilidade aparente (CMA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo em hidrólise ácida (EEA) e energia bruta (EB) das dietas. Nas excretas foram avaliados o escore, matéria seca fecal (MSf) e cor. Foi avaliada a palatabilidade das dietas 528 e 830,5 µm de DGM. As análises de regressão linear demonstraram haver relação positiva entre o DGM e as sobras, desperdícios e ingestão ($P<0,05$). Não foi observado efeito do DGM sobre a EM das dietas ($P>0,05$). Houve diferença no CMA da MS, PB e EEA ($P<0,05$). Não houve diferença nas características fecais avaliadas ($P>0,05$). As excretas permaneceram com escore entre 2 e 3 e na cor esverdeada. Portanto, conclui-se que o simples fato de aumentar o diâmetro de furo da peneira aumenta a granulometria da ração extrusada, que está relacionada ao menor consumo de energia elétrica (kWh/ton) e maior capacidade de produção dos moinhos (ton/h). Além da maior ingestão e preferência alimentar, houve melhor aproveitamento dos nutrientes e energia da dieta para o papagaio-verdadeiro.

Palavras- chave: DGM, granulometria, psitacídeos.

CORN MILLING DEGREE IN EXTRUDED DIETS ON DIGESTIBILITY, PALATABILITY AND FECAL FEATURES FOR BLUE-FRONTED PARROT *(AMAZONA AESTIVA)*

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of the degree of grinding corn in extruded diets on digestibility, palatability and fecal characteristics were used 8 kite-true specimens (Amazona aestiva), adults (above 10 years), male and female, with an average weight of 400 g, clinically healthy, docile and adapted to captivity. The birds were distributed in Latin square design (4 x 4 diets periods) with 8 repetitions.The corn was ground in sieves of 0.8; 1.2; 2.6 and 4.2 mm, generating four diets with geometric mean diameters (GMD): 528, 575, 528 and 830.5 µm, respectively. It evaluated the daily use of feed, leftovers in the feeder, waste in the tray, daily intake, metabolizable energy (ME) and the apparent metabolizable coefficients (AMC) of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract hydrolysis acid (EEA) and gross energy (GE) of the diets. Faeces were evaluated in the score, fecal dry matter (MSf) and color. It evaluated the palatability of diets 528 and 830.5 µm of GMD. The linear regression analysis demonstrated a positive relationship between the GMD and the leftovers, waste and intake ($P<0.05$). There was no effect of GMD on ME diets ($P>0.05$). There were differences in AMC of DM, CP and EEA ($P<0.05$). There was no difference in the evaluated fecal characteristics ($P>0.05$). Feces score remained with scores between 2 and 3 and greenish color. Therefore, it is concluded that the simple fact of increasing the sieve hole diameter increases the grain size of the extruded feed, which is related to lower electricity consumption (kWh / ton) and increased production capacity of the mills (ton / h). In addition to increased intake and feed preference, there was a better use of nutrients and dietary energy for kite-true.

Key words: GMD, grain size, parrots.

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

O interesse pelos papagaios iniciou-se devido à capacidade desses animais imitarem a voz humana, aliada ao fato de possuírem belas plumagens, companheirismo e capacidades cognitivas e comunicativas. Essas características fazem com que os papagaios estejam entre as aves silvestres mais comercializadas no mundo. Em função disso, a partir de 1990, devido ao aumento da demanda, as indústrias começaram a produzir rações específicas para psitacídeos. Com isso, muitos zoológicos, mantenedores e criadouros, gradativamente estão substituindo os alimentos *in natura* por rações comerciais especificas para cada espécie, de modo a atender as necessidades nutricionais em cada fase de desenvolvimento de vida.

Dentre as formas físicas de dietas produzidas para papagaios têm-se principalmente as extrusadas. Após a moagem das matérias primas o processo de extrusão consiste na cocção dos ingredientes da dieta sob pressão. Assim, o grau de moagem dos ingredientes pode influenciar a cocção da dieta e a digestibilidade dos nutrientes e, como consequência, a nutrição dos animais. Além disso, o tamanho das partículas determina o consumo de energia elétrica pelos equipamentos da fábrica, bem como, o rendimento de moagem. No entanto, pouco se sabe sobre a relação do consumo de matérias-primas moídas finamente e o tipo de processamento sobre a digestibilidade e a palatabilidade da dieta e respostas metabólicas para psitacídeos.

De modo geral o conhecimento da digestibilidade dos nutrientes dos alimentos é um dos principais parâmetros empregados na avaliação nutricional das dietas para os animais. Isso se justifica pelo fato das perdas fecais serem de maior ou menor magnitude, devido aos processos de digestão, metabolismo e absorção dos nutrientes dos alimentos. É muito importante adotar metodologias e técnicas confiáveis para determinar o coeficiente de digestibilidade. A metodologia convencional é por meio do método direto, que consiste na quantificação precisa do consumo de cada alimento oferecido e das excretas produzidas (KOTB e LUCKEY, 1972). Porém, requer um controle rigoroso da quantidade de alimento ingerido e do total excretado, o que a torna trabalhoso e difícil, dependendo da espécie.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o grau de moagem do milho em dietas extrusadas sobre a digestibilidade, palatabilidade e características fecais de papagaio-verdadeiro *(Amazona aestiva)*.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MORFOFISIOLOGIA DIGESTIVA DOS PSITACÍDEOS

A diferença da anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal (TGI) das aves refletem as limitações de vôo, incluindo a minimização de peso através da redução do comprimento, volume e centralização do trato, associado com o peso dentro da cavidade do corpo (KLASING, 1998), o que requer que o TGI seja rapidamente capaz de converter os alimentos em energia (REID e PERLBERG, 1998). 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., 2001a).

O trato digestivo das aves começa com o bico, seguido de uma cavidade oral sem a presença de dentes, língua, faringe, esôfago, papo, proventrículo, moela, intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo), intestino grosso (ceco e cólon), cloaca e orifício da cloaca (KLASING, 1998), conforme ilustra a figura 1.

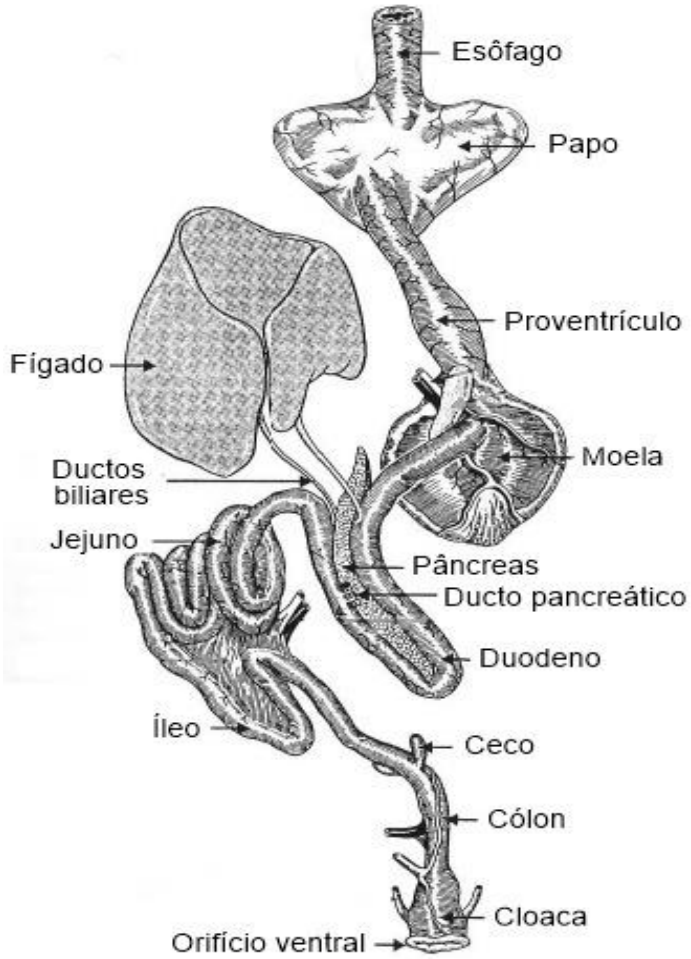


Figura 1. Os órgãos digestivos da pomba da rocha com exceção do bico, cavidade oral e do esôfago anterior. O comprimento dos canais biliares foi muito exagerado para fins esquemáticos. Adaptado de Proctor e Lynch (1993).

O TGI é relativamente curto e pouco volumoso, de forma a manter leve o peso durante o voo. Consequentemente, as aves ingerem pequenas quantidades de alimentos com maior frequência, digerem rapidamente transformando em energia e metabolizando os nutrientes, de forma a sustentar a sua elevada taxa metabólica. O TGI é extremamente eficiente, pois formam pequenas quantidades de matéria fecal, que contrastam com a quantidade de alimentos ingeridos (O'MALLEY, 2005). Essa eficiência contribui também para manter a elevada temperatura corporal, que auxilia na eficiência das enzimas digestivas (REID e PERLBERG, 1998).

As espécies de aves que são mais comumente mantidas como animais de companhia são granívoras, com tendências onívoras, e os seus TGI parecem ser morfologicamente mais semelhantes a frangos e perus, permitindo usá-los como um ponto de referência quando se examinam os TGI de espécies de aves de companhia (KLASING, 1999).

As principais características anátomo-fisiológicas que diferenciam os papagaios das aves de produção e que podem interferir no estabelecimento, tanto dos níveis nutricionais da dieta, quanto na exigência nutricional para a espécie, são a ausência de cecos, a presença de cólon curto e a alta taxa de passagem de alimentos pelo TGI (RITCHIE et al., 1994).

2.1.1 Bico

O bico das aves é uma estrutura constituída pelos ossos maxilares superiores (pré-maxila e nasal) e inferior (mandíbula), cobertos por bainhas epidérmicas ou lâminas de queratina e uma derme vascularizada, denominadas de ranfoteca (RITCHIE et al., 1994). Anatomicamente, a ranfoteca é subdividida em rinoteca (parte superior) e gnatoteca (parte inferior), com consistências diferentes entre as espécies, sendo firme em psitacídeos (papagaios, periquitos e araras) e, macia e flexível em anatídeos (patos, marrecos, gansos) (RITCHIE et al., 1994; FECCHIO et al., 2008), conforme mostra a figura 2 e 3.

Seu revestimento epidérmico apresenta crescimento constante sempre que houver uma camada germinativa subjacente aderida ao periósteo, com linhas de crescimento inclinando-se no sentido do ápice do bico (SISSON e GROSSMAN, 1986). O bico substitui, de forma análoga os lábios e dentes dos mamíferos (FECCHIO et al., 2008). Possui funções variadas em diferentes espécies de aves, como apreensão de alimento e preparo para deglutição, interação social e sexual, defesa, ataque, locomoção, construção de ninhos (RITCHIE et al., 1994; ROSSI JR et al., 2005), limpeza das penas (*preening*) e alimentação

das crias (KOUTSOS et al., 2001a).

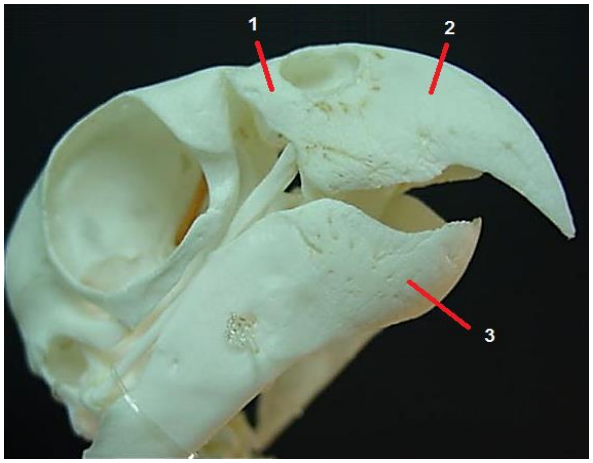


Figura 2. Bico de um psitacídeo demonstrando as estruturas ósseas da ranfoteca, dividida pelos ossos maxilares superiores (rinoteca), subdividida em pré-maxila (1) e nasal (2), e osso inferior ou mandíbula (3) (gnatoteca). Adaptada de www.birdchannel.com

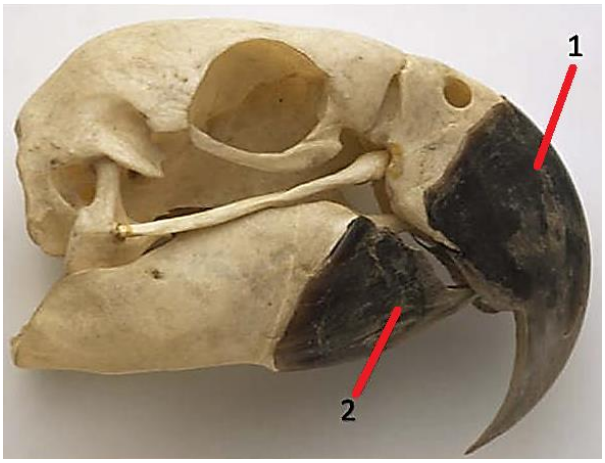


Figura 3. Bico revestido por bainhas epidérmicas ou lâminas de queratina e uma derme vascularizada na Rinoteca (1) e na Gnatoteca (2). Adaptado de www.seipr.angelfire.com

O formato do bico das aves é uma adaptação evolutiva que permitiu especialização funcional para alimentação e sobrevivência, influenciando o tempo de sua reposição (UHLENBROEK, 2012). Em aves, como os grandes psitacídeos, a substituição total da ranfoteca ocorre em aproximadamente seis meses, porém em tucanos e outros ranfastídeos a taxa de crescimento anual é de cerca de 25 mm. Normalmente, a queratina da gnatoteca (inferior) é substituída duas a três vezes mais rapidamente que a da rinoteca (superior) (RITCHIE et al., 1994)

De forma geral os psitacídeos granívoros possuem bicos curtos e robustos com sulcos pronunciados para quebrar as sementes (KOUTSOS et al., 2001a), uma articulação sinovial da mandíbula superior com o crânio que permite o movimento independente de ambas as maxilas (DEMERY et al., 2011), maior diâmetro de abertura, absorção do choque associado ao esmagamento das sementes, devido à enorme pressão que exercem com seus potentes músculos mandibulares, e uma língua hábil que manipula as sementes enquanto são descascadas (KOUTSOS et al., 2001a). As preferências por determinado tipo de sementes são determinadas pelo tamanho, morfologia, ângulo de abertura do bico e pela força muscular da mandíbula (KOUTSOS et al., 2001a).

As aves não mastigam e os alimentos são rapidamente engolidos como forma de antecipação de uma situação de voo ou fuga devido à predação (REID e PERLBERG, 1998). Normalmente, as aves granívoras têm glândulas salivares tubulares espalhadas em grupos por toda a cavidade orofaringe, que produzem uma saliva mais mucóide para ajudar a lubrificar os alimentos em especial aquelas que se alimentam de alimentos secos, como insetos ou sementes (KLASING, 1999). Como as aves não usam o peristaltismo para engolir, dada à ausência do palato mole e de seus músculos, a orofaringe é revestida por um epitélio escamoso estratificado com papilas que auxiliam a passagem dos alimentos, permitindo o movimento passivo dos alimentos quando a cabeça é levantada (O'MALLEY, 2005).

2.1.2 Cavidade oral e Faringe

A cavidade oral ou da boca, situa-se entre as mandíbulas superior e inferior e está ilustrada na Figura 4 (FITZGERALD, 1969; ZISWILER e FARNER, 1972; KING e McLELLAND, 1984).

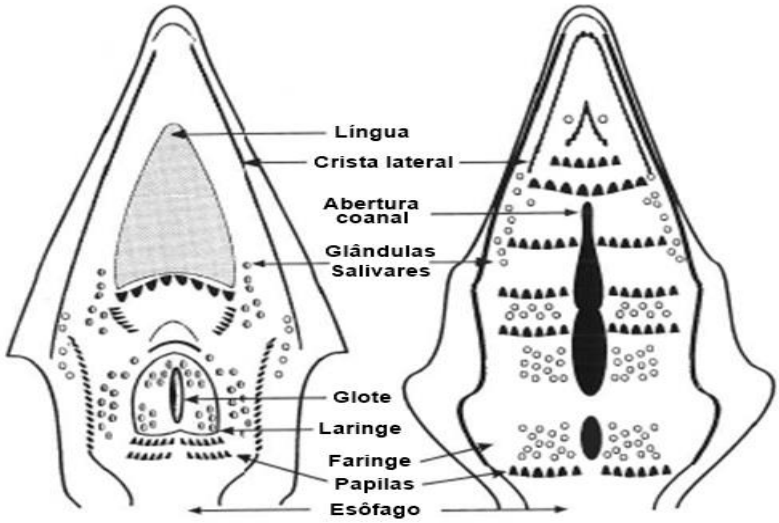


Figura 4. Orofaringe de frango, com a parte superior da cavidade oral contendo a língua e a glote como mostra no lado esquerdo e a parte inferior contendo a abertura da coana mostrado à direita. Adaptado de King e Mclelland, 1984).

A função da cavidade oral de modo geral de uma espécie de ave inclui apreensão, percepção da textura e sabor, processamento mecânico, tais como trituração ou descascar, lubrificação e impulsão do alimento para o esôfago. A faringe é posterior à cavidade oral e conecta-a com o esôfago. Juntos, a cavidade oral e faringe são chamadas como cavidade orofaringe (KLASING, 1998). Quando ocorre o movimento de deglutição no interior da orofaringe a fenda da coana é fechada e o alimento segue para o esôfago

(DYCE et al., 2010). A parte anterior da cavidade oral é coberta com um palato duro, sendo que o equivalente ao palato mole nos mamíferos é ausente nas espécies aviárias. O palato duro é formado pelos ossos da mandíbula superior, está coberto por uma superfície altamente queratinizada e torna-se mais suave posteriormente. Várias linhas apontando para trás das papilas funcionam transversalmente através da parte superior e inferior da orofaringe e, presumivelmente, agem diretamente nos alimentos durante a deglutição. Em frangos e codornas japonesas *(Coturnix japonica)*, uma grande linha transversal de papilas demarca a extremidade posterior do palato duro (KLASING, 1998).

Na parte superior da cavidade oral da maioria das espécies de aves estão presentes dois sulcos ou nervuras, um distal e outro anterior à abertura da coana. Estes sulcos são especialmente bem desenvolvidos em passeriformes consumidores de sementes, que os utilizam em cooperação com a língua para remover a casca da semente. O epitélio da parte superior e inferior da cavidade oral tem um alto grau de queratinização nas áreas que estão sujeitas a um desgaste excessivo durante a apreensão dos alimentos (KLASING, 1998).

Em pelicanos e alguns passeriformes, a parte inferior da cavidade oral e a faringe é expansível e serve como uma área para armazenar alimentos. Em muitos passarinhos, essa área de armazenamento se expande durante a época de reprodução e é usado para armazenar alimento para fornecer ao filhote. A cavidade oral do filhote de algumas espécies é colorida com marcações e padrões distintos. Esta coloração combinada com movimentos da boca aberta pedindo alimento estimula os pais a alimentar o filhote (KLASING, 1998).

2.1.3 Língua

A língua da maioria das aves não é composta por sobreposição de camadas musculares, como em mamíferos, mas é mobilizada pelo aparelho hióide, que consiste em múltiplos ossos articulares e sua musculatura. Os papagaios da família Psittacidae são uma exceção, eles têm músculos na língua que são independentes do aparelho hióide e permitem a flexibilidade necessária para a manipulação de sementes. A língua da ave é variável em comprimento e forma de uma maneira semelhante ao bico. É geralmente pontiaguda na frente e tem papilas para a retaguarda (KLASING, 1998). Tem como função de apreensão, manipulação e deglutição de alimentos. A língua adaptada à manipulação de alimentos geralmente não é muito projetável. No caso dos papagaios granívoros, eles possuem uma língua muscular grossa, que atua no auxílio na manipulação e extração das cascas das

sementes (KING e McLELLAND, 1984).

As aves têm sensibilidade ao paladar e percepção de gosto, porém menos potente comparado aos mamíferos (BERKHOUDT, 1985). Isto é provavelmente devido ao rápido trânsito dos alimentos na passagem pela cavidade oral, à falta de mastigação e relativamente baixa secreção de saliva. A saliva das aves é mais mucóide justamente para lubrificar o alimento. A produção da saliva está sob controle da estimulação parassimpática e é mais desenvolvida em aves, como nos tucanos que consomem alimentos secos como as sementes e pequenos insetos (CUBAS, 2001).

O paladar menos potente reflete em baixas quantidades de receptores gustativos, dispõem de 62 em codornas japonesas, 350 em papagaios, 375 em patos, em comparação com 9000 nos humanos e 17000 em coelhos. Apesar da pouca percepção de paladar dos papagaios, o gosto tem demonstrado ser um fator importante na determinação da aceitação alimentar e prevenção para as aves (LLOYD, 1989; JACKSON et al., 1998).

2.1.4 Esôfago

O esôfago tem uma parede fina e pregas longitudinais, o que lhe confere maior expansibilidade. É revestido por um epitélio escamoso estratificado enriquecido com glândulas mucosas que proporcionam a sua lubrificação para auxiliar a passagem dos alimentos (KLASING, 1999; O'MALLEY, 2005) e a sua espessura permite proteger o esôfago de danos mecânicos (KLASING, 1999).

2.1.5 Papo ou Inglúvio

O papo resulta da dilatação do esôfago, cranialmente à entrada torácica, sendo que dele difere o fato de não ter glândulas mucosas (KOUTSOS et al., 2001a). Consiste numa área de armazenamento temporário que permite a ingestão de grandes quantidades de alimento para que, em seguida, a ave voe e encontre um local mais seguro para iniciar o processo de digestão. O papo também permite armazenar o alimento durante a noite, de modo a fornecer os nutrientes gradualmente durante esse período. Além disso, desempenha um papel importante na nutrição das crias, permitindo o armazenamento e amolecimento dos alimentos, que mais tarde são regurgitados pelos progenitores (KLASING, 1999). Embora o pH do papo seja ácido (4 e 6), há nele pouca digestão química, contudo, a amilase salivar pode dar início à digestão de hidratos de carbono (O'MALLEY, 2005). Uma digestão mais

significativa pode ocorrer devido ao seu ambiente quente e úmido (KLASING, 1999), que permite a proliferação de bactérias gram-positivas e uma pequena quantidade de *Cândida sp.* (O'MALLEY, 2005).

A regurgitação é um comportamento normal pelos progenitores que cuidam das suas crias e consiste no retorno do bolo alimentar ao esôfago por movimentos antiperistálticos (O'MALLEY, 2005). Nos primeiros dias após a eclosão, por cerca de duas semanas, estimulados pela prolactina, os progenitores produzem no papo para alimentar as crias uma substância semelhante ao leite, também chamado de “leite de papo” (sem hidratos de carbono ou cálcio), que consiste em células epiteliais descamadas com lipídeos (O'MALLEY, 2005).

2.1.6 Proventrículo

O estômago das aves é constituído pelo proventrículo (estômago glândular) e a moela (estômago muscular), ou também conhecida como ventrículo (KLASING, 1999; KOUTSOS et al., 2001a). O proventrículo é responsável pela digestão química e é o local onde se inicia a digestão. A maior parte da espessura da parede do proventrículo é composta por glândulas tubulares que secretam muco e glândulas gástricas que secretam ácido clorídrico e pepsina, dando início à hidrólise dos alimentos (KLASING, 1999). Em espécies granívoras, o proventrículo é alongado e relativamente pequeno em relação ao diâmetro da moela. As partículas dos alimentos são revestidas com ácido clorídrico e pepsina, sendo que a passagem do alimento pelo proventrículo ocorre de forma rápida, havendo pouca progressão da digestão enzimática.

2.1.7 Moela

A moela substitui a função dos dentes molares dos mamíferos na trituração dos alimentos não mastigados (O'MALLEY, 2005). É composta por quatro músculos cujo arranjo assimétrico proporciona movimentos de rotação, que permitem a mistura e a moagem durante a sua contração. A função mecânica da moela é triturar os alimentos de forma a reduzir o seu tamanho e a aumentar a sua área de superfície para que o ácido clorídrico e a pepsina atuem efetivamente (KLASING, 1999). As elevadas concentrações de mioglobina conferem a estes músculos a sua característica de coloração vermelha (KLASING, 1999; O'MALLEY, 2005).

É neste órgão onde se inicia a quebra mecânica dos alimentos e a digestão protéica. Consiste num grande e volumoso músculo liso revestido internamente por glândulas tubulares que produzem uma secreção rica em proteína que endurece para formar projeções em forma de hastes, que aumentam a abrasividade e que constituem um espesso epitélio colunar denominado de camada ou membrana de koilin ou Coilina, conforme mostra a figura 5 (KLASING, 1999; KOUTSOS et al., 2001a).

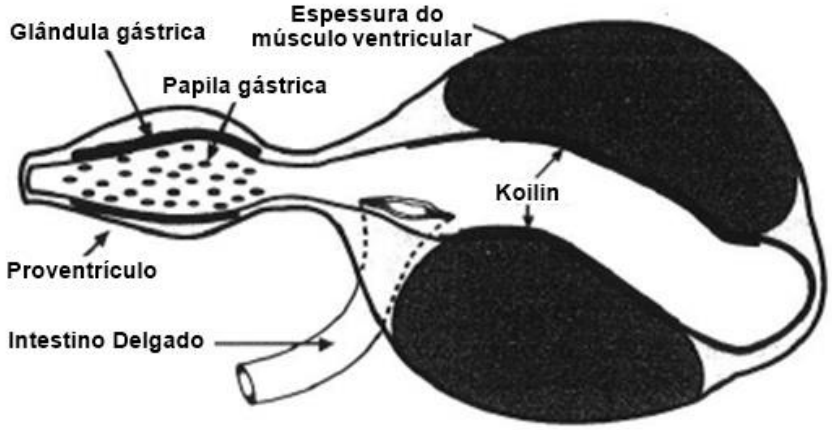


Figura 5. Seção transversal do estômago de um frango, que consiste no proventrículo e moela. A camada ou cutícula de koilin é grossa, especialmente espessa sobre os dois músculos laterais.

Estas projeções aprisionam as células epiteliais descamadas e, juntas, formam o revestimento cuticular do lúmen que se torna amarelo-esverdeado devido ao refluxo de pigmentos biliares proveniente do duodeno (KLASING, 1999). Assim, este epitélio atua como uma cutícula, chamada de membrana coilínea, que cobre e protege internamente a moela da ação do ácido clorídrico e da pepsina secretados pelo proventrículo. Essa cutícula grossa é secretada sempre em renovação pelas glândulas da mucosa devido ao seu desgaste contínuo (BELL, 2002). Tem como função também oferecer proteção mecânica contra a fricção gerada pelo processo de trituração do alimento. A porção pilórica da moela é pequena na ave e contém glândulas da mucosa que secretam muco para lubrificar a passagem do alimento moído da moela para o duodeno do intestino delgado. Partículas finas do alimento apresentam trânsito rápido pela moela, mas partículas grossas podem permanecer na moela durante várias horas. A espessura e as propriedades físicas da cutícula estão altamente correlacionadas com o alimento consumido, sendo especialmente espessas em psitacídeos granívoros, mas fina e macia em frugívoros e nectarívoros (KLASING, 1999).

Os gastrólitos ou gravilha consistem em pequenas pedras ou areias ingeridas pelas

aves granívoras, que têm como finalidade triturar os alimentos e auxiliar o processo de digestão (KLASING, 1999). A presença destes pedriscos que se alojam na moela, faz com que tenha maior ação abrasiva, atuando em conjunto com as contrações da moela, tornando a digestão mais rápida antes de entrar no trato intestinal (BELL, 2002). É particularmente importante em espécies que não retiram a casca das sementes antes de as deglutirem, como os pombos. No entanto, os psitacídeos granívoros não necessitam de pedriscos uma vez que as próprias aves retiram as cascas, ingerindo apenas as sementes (KLASING, 1999).

Os psitacídeos granívoros consomem alimentos relativamente indigestos e necessitam de uma moela muito mais desenvolvida e musculosa (O'MALLEY, 2005). Já a moela dos nectarívoros é menor e menos desenvolvida, e semelhante, em termos de espessura e de camada muscular, ao proventrículo. O pólen não necessita da ação mecânica exercida pela moela, sendo que é um alimento macio e altamente digestível, e sua rápida passagem por este órgão, não implicará, provavelmente, uma redução da sua digestibilidade (KOUTSOS et al., 2001a).

A moela após a eclosão é relativamente pequena e fraca, e aumenta sua musculatura e resistência à abrasão à medida que começa a consumir alimentos sólidos. Em ambos os estômagos (proventrículo e moela), ocorre refluxo da digesta, sendo necessário para otimizar a ação da digestão enzimática e mecânica (KLASING, 1999).

2.1.8 Fígado e Pâncreas

A função digestiva principal do fígado é a produção de ácidos e sais biliares (KLASING, 1999). É de cor amarela numa cria recém-eclodida devido ao elevado teor de gordura resultante da absorção da gema durante a incubação. Esta coloração altera-se para o castanho-avermelhado habitual por volta dos dez dias de idade. O fígado é proporcionalmente grande em relação ao tamanho da ave. A vesícula biliar está presente em algumas espécies, mas encontra-se ausente em alguns psittaciformes, sendo que, nestas espécies, a bile flui do fígado para o duodeno através do ducto hepatoentérico. Em muitas aves não existe a enzima bilirrubina reductase, sendo a biliverdina o principal pigmento biliar. O pâncreas, tal como nos mamíferos, tem ambas as funções endócrinas e exócrinas (O'MALLEY, 2005).

2.1.9 Intestino Delgado (Duodeno, Jejuno e Íleo)

O intestino delgado nas aves é relativamente mais curto do que nos mamíferos (O'MALLEY, 2005). Encontra-se geralmente frouxo e interligados no interior da cavidade abdominal. No entanto, em algumas aves marinhas, como nos Petréis, o intestino delgado está interligado na forma helicoidal e muito justa (MITCHELL, 1991; FITZGERALD, 1969; IMBER, 1985).

Possui funções de digestão enzimática e absorção dos produtos da digestão. Entre espécies, o intestino delgado é consideravelmente menos variável em forma e função, quando comparada com os órgãos mais anteriores. Isto é porque há uma variada constituição física dos diferentes alimentos para reduzir a uma estrutura uniforme e relativamente fluida, também chamada de quimo, pela ação do proventrículo e da moela (KLASING, 1999).

Por convenção, o intestino delgado é constituído pelo duodeno, jejuno e íleo, embora estes segmentos não sejam claramente demarcados na maioria das aves (KLASING, 1998).

A mucosa intestinal do jejuno e íleo contém vilosidades e criptas de Lieberkühn ou também chamadas de criptas intestinais (FITZGERALD, 1969; HILL, 1971; ZISWILER, 1985; BEZUIDENHOUT e VAN ASWEGEN, 1990). Essas estruturas formam cerca de 10^5 m² de microvilosidades na superfície apical do intestino, aumentando em 15 vezes a superfície de absorção (KLASING, 1998). Algumas espécies de aves frugívoras e nectarívoras têm microvilosidades intestinais excepcionalmente longas, o que, presumivelmente, ajudará na absorção dos açúcares livres (KOUTSOS et al., 2001a). As células caliciformes localizadas no epitélio intestinal secretam muco abundante e particularmente espesso, que protege da ação das enzimas digestivas e da abrasão provocada pela acidez que provém da moela (KLASING, 1999). A presença da enzima lactase não foi comprovada em aves, o que impossibilita a digestão de alimentos com lactose (KLASING, 1999; KOUTSOS et al., 2001a).

O tamanho, a forma das vilosidades e a quantidade de microrganismos que ocupam o íleo, são os três fatores que estão sujeitos há alguma variação dentro de um único pássaro, dependendo da composição da sua dieta. Em relação ao tamanho do corpo, o intestino delgado das aves herbívoras e granívoras tende a ser longo e relativamente curto em aves carnívoras, nectarívoras e frugívoras (HERPOL e VAN GREMBERGEN, 1967; ZISWILER e FARNER, 1972). Isto ocorre, pois a digestão enzimática da carne ou da polpa da fruta é

eficiente e rápida em comparação com a digestão de sementes ou de vegetais, que são ricos em carboidratos estruturais. A relação entre dieta e comprimento do intestino é um pouco confuso pela posição taxonômica e aplica-se melhor anatomicamente dentro das ordens do que entre as ordens (KLASSING, 1998). A área da superfície do intestino aumenta em 0,72 em relação à massa corporal, o que a mantém proporcional à taxa metabólica das aves (RICKLEFS, 1996).

As vilosidades das aves carnívoras são bem mais desenvolvidas, como um dedo, do que as vilosidades mais curtas e planas dos herbívoros, parcialmente compensando a diminuição do comprimento do intestino delgado. Em algumas espécies herbívoras, a região posterior do intestino delgado é ricamente preenchida com microrganismos e podem estar envolvidos na fermentação de nutrientes que resistiram à digestão no intestino anterior (KLASSING, 1998).

2.1.9.1 Duodeno

O duodeno origina a partir da moela e forma um laço em torno do pâncreas. A bile e os ductos pancreáticos estão ligados ao duodeno. Posterior ao laço ou alça duodenal localiza-se o jejuno, seguido pelo íleo. A diferenciação histológica das três seções é pouco confiável, no entanto, são utilizados grosseiramente pontos anatômicos para identificação. Por definição, o duodeno termina no ponto em que o intestino delgado deixa a sua associação com o pâncreas (KLASING, 1999).

Em várias espécies, os aspectos mais variáveis do intestino delgado é o comprimento total. Por exemplo, em codorna japonesa, o duodeno é de cerca de 20% do comprimento total dos intestinos e é mais comprido do que o jejuno ou o íleo, cada um dos quais representa cerca de 40% do comprimento (KLASING, 1999).

2.1.9.2 Jejuno

O jejuno se estende a partir da extremidade do duodeno até o divertículo vitelino (divertículo de Meckel), que é o resquício do saco vitelino, localizado aproximadamente no meio do comprimento do intestino delgado (KLASING, 1999; O'MALLEY, 2005). O divertículo vitelino de diferentes espécies adultas é altamente variável em tamanho. No frango é facilmente visível a olho nu, mas em Passeriformes, pica-pau, papagaios, pombos e rola-comum são usualmente vistos histologicamente como um conjunto de folículos linfáticos na

parede do intestino. Em biguás da família Phalacrocoracidae, o divertículo vitelino amadurece em um órgão linfóide visível.

2.1.9.3 Íleo

O íleo se estende a partir do divertículo vitelino (Meckel) até junção com o ceco (KLASING, 1999; O'MALLEY, 2005), porém sem nenhuma divisão visível a olho nu cecos (DYCE et al., 2010). Embora o íleo raramente seja o principal local de fermentação microbiana, pode funcionar como uma transição entre as funções digestivas que utilizam enzimas produzidas pela ave e à base da digestão microbiana que ocorre mais no trato posterior (KLASING, 1998).

2.1.10 Intestino Grosso (cecos e cólon)

2.1.10.1 Cecos

É um órgão que surge na junção do íleo com o ceco (O'MALLEY, 2005). Há grande grau de variação no tamanho dos cecos entre as espécies, variando de um par de cecos volumosos, um único ceco até a ausência completa (KLASING, 1998), conforme ilustra a figura 6.

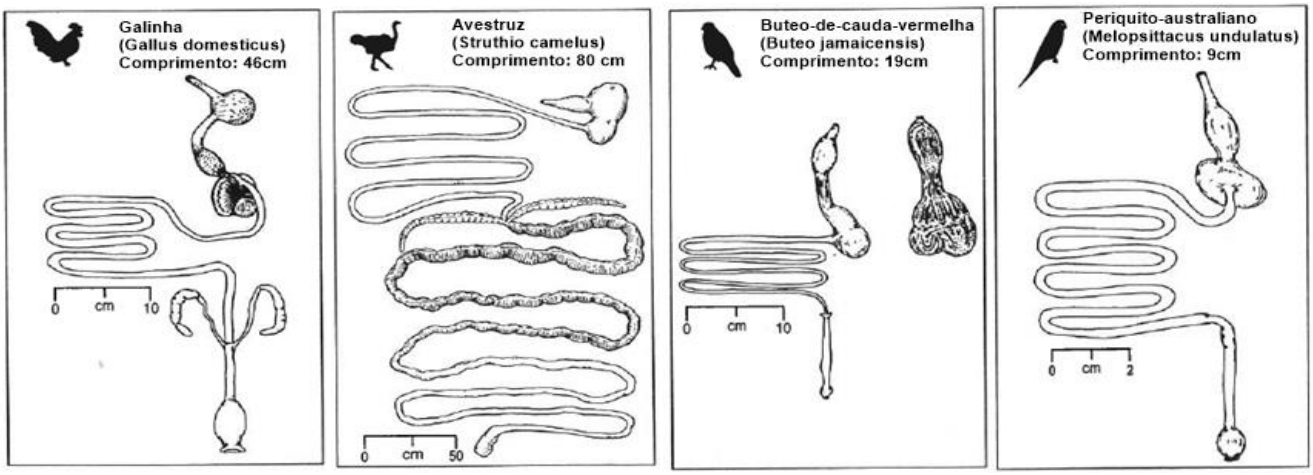


Figura 6. Parte do trato gastrointestinal de galinha, avestruz, buteo-da-cauda-vermelha e um psitacídeo periquito-australiano. Ausência de cecos no intestino grosso do psitacídeo, possuindo somente o cólon. Adaptado de Klasing (1998).

Para as espécies que possuem cecos, estas apresentam dois cecos de comprimento aproximadamente iguais, com a separação na região da abertura do cólon (KLASING, 1998). Em algumas espécies podem ter a função de absorção de água, nitrogênio e imunovigilância.

Dentro de espécies estreitamente relacionadas, o tamanho do ceco frequentemente correlaciona-se com o tipo de dieta. Por exemplo, as espécies carnívoras têm o ceco muito menor do que a espécie onívora e o ceco dos herbívoros são maiores que todos (KEHOE e ANKNEY, 1985). É o local para fermentação microbiana de carboidratos complexos que resistem à digestão no intestino delgado (KLASING, 1998). O intestino delgado é o principal local para a digestão química, no entanto, na presença dos cecos no intestino grosso, a presença de bactérias gram-positivas e protozoárias auxilia a digerir as fibras por espécies herbívoras, que habitam e se alimentam no solo, como os avestruzes e os frangos (O'MALLEY, 2005).

Vários esquemas têm sido utilizados para a classificação do ceco das aves. Quando se utilizam uma combinação de tamanho e critérios histológicos o ceco pode ser dividido em quatro tipos: intestinal, glandular, linfoepitelial e vestigial (MITCHELL, 1901). Os cecos intestinais são bem desenvolvidos e histologicamente semelhantes ao intestino grosso (por exemplo, algumas espécies de patos, gansos, mergulhões e aves corredoras). Em algumas espécies são relativamente grandes e ricos em tecido linfóide (por exemplo, muitos Galináceos, tais como galinhas, perus e codornas). Aves herbívoras, como as ratitas, tachã, nambu e muitas espécies de grouse *(Tetraonidae Vigors)*, da família Phasianidae, têm grandes cecos que são altamente saculares ou tem bolsas em forma de espiral, que fornecem uma área para fermentação microbiana (BEZUIDENHOUT, 1993). Os cecos glandulares geralmente são longos, têm células caliciformes e glândulas secretoras visíveis no epitélio (por exemplo, corujas). A função deste tipo de ceco parece estar relacionada com a absorção de água e da excreção de nitrogênio, mas não está bem caracterizada. Os cecos linfoepitelial são encontrados em passeriformes, algumas espécies de pombos e rola-comum. Esta área do ceco geralmente é pequena, têm a função insignificante de fermentação e serve como um tecido linfóide secundário envolvidos na vigilância imunológica do íleo e do cólon. O ceco vestigial ou ausente são encontrados em pinguins, petréis (aves marinhas), gaviões, papagaios, lóris, pica-paus, andorinhas, beija-flores, pombos e rola-comum (KLASING, 1998),

De modo geral os cecos são muito menos desenvolvidos em aves com hábitos mais arbóreos, em função da sua dieta especializada, sendo ausentes em psitacídeos (O'MALLEY, 2005). Ao exame histológico, um nódulo no tecido linfático é comumente visto dentro da parede anterior ao cólon, mas nenhum ceco distinto é visível macroscopicamente.

Mais de dois terços de todas as espécies de aves os cecos são pequenos e linfoepitelial ou ausentes (KLASING, 1998).

O frango tem o ceco dividido em três regiões distintas: proximal, intermediaria e distal (STRONG et al., 1989; 1990). A região proximal tem vilosidades bem desenvolvidas com grande número de microvilosidades, células linfóides e muitas células caliciformes no epitélio. Na região proximal são agregados grandes nódulos linfáticos, onde os nódulos cecais são visíveis macroscopicamente. Cada nódulo se estende por grande parte da circunferência do ceco e se projeta para dentro do lúmen. Os nódulos têm vilosidades mais longas do que o tecido adjacente que contém os conteúdos cecais, permitindo imunovigilância do TGI inferior. As paredes do ceco são finas na região intermediaria e foram bem desenvolvidas dobras longitudinais na membrana da mucosa. Na região distal do ceco as dobras são menos desenvolvidas e as vilosidades são curtas e sem corte, com poucas células caliciformes. Existe uma considerável variação na morfologia do epitélio nas regiões média e distal em outras espécies de Galliformes (KLASING, 1998).

A junção que une o íleo, o par de cecos e o colón, é rodeada por uma camada contínua de músculo, que forma três esfíncteres no pato e provavelmente na maioria dos pássaros que têm o ceco grande (MAHDI e McLELLAND, 1988). Estes esfíncteres regulam a taxa e a direção do fluxo da digesta que saem do íleo. A contração do esfíncter do íleo, que envolve o íleo na sua junção com o cólon, é importante na taxa de regulação em que a digesta sai do íleo e previne o refluxo do conteúdo do cólon para o íleo. Os esfíncteres do ceco determinam a abertura de entrada para o ceco. O epitélio luminal está diretamente sob os esfíncteres do ceco que possui muitas vilosidades compridas (KLASING, 1998).

A contração parcial dos esfíncteres cria um orifício estreito, fazendo com que as vilosidades que interditam, atuam como um filtro. Este arranjo permite a entrada da fração de líquido rico em nutriente dos conteúdos intestinais para o ceco, enquanto mantém fora relativamente à fração sólida fibrosa indigestível (KLASING, 1998), conforme mostra a figura 7.

Este arranjo de vilosidades na junção ileocecal também existe em espécies com o ceco muito pequeno, como o pardal-doméstico, mas a função não se sabe (KLEM et al., 1983).

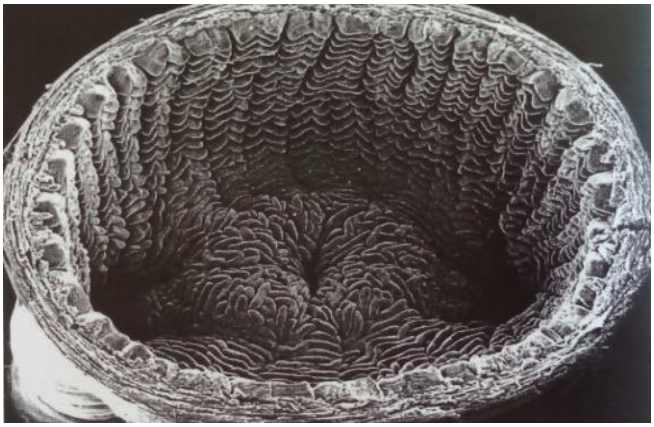


Figura 7. Junção do íleo, ceco e cólon de pato doméstico, visto a partir do cólon para o íleo (centro) e as duas aberturas da cloaca. O alongamento do íleo e as papilas cecais sobressaem para o lúmen do cólon. Constrição dos esfíncteres cecais permitem as longas vilosidades filtrar as partículas, embora absorvendo as frações líquidas.

2.1.11 Cólon

O comprimento do intestino grosso entre a junção do íleo e o ceco até a cloaca é chamado de reto. Um sinônimo frequentemente usado para o reto das aves é "cólon". Normalmente é muito curto e de pequeno diâmetro em comparação com o intestino grosso dos mamíferos (O'MALLEY, 2005). Portanto, não é apropriado mencionar como um verdadeiro intestino grosso (KLASING, 1999). Geralmente o cólon das aves possui menor diâmetro do que o duodeno no intestino delgado (O'MALLEY, 2005), embora seja, histologicamente, semelhante a este, porém possui vilosidades mais curtas e mais ricas em folículos linfoides (KLASING, 1999; O'MALLEY, 2005). Sabe-se que o cólon na tordoveia *(Turdus viscivorus),* no pombo, no frango e na codorna japonesa, representa somente 1, 3, 4 e 5%, respectivamente, do comprimento intestinal total. Uma exceção é o avestruz, que o colón representa mais do que 50% do comprimento total do intestino e é saculado. Histologicamente, o cólon é semelhante ao intestino delgado, com exceção das vilosidades que são mais curtas e a lâmina é mais rica em folículos linfáticos na maioria das espécies. (FITZGERALD, 1969; GRIMINGER, 1983; KING e McLELLAND, 1984).

Em algumas espécies de aves, muito provavelmente também em psitacídeos, ocorre movimento retrógrado, por meio de movimentos antiperistálticos, de urina da cloaca (coprodeum) para o cólon, o que permite a reabsorção de aminoácidos, eletrólitos e água. Os pigmentos biliares dão às fezes uma tonalidade esverdeada (KLASING, 1999).

2.1.12 Cloaca

O cólon desemboca na cloaca, a qual tem diâmetro muito maior do que o cólon (Figura 7). A cloaca é uma câmara onde o trato urogenital e digestório terminam (KLASING, 1999; O'MALLEY, 2005), proporcionando uma área de armazenamento de fezes e urina, local que também recebe os ureteres e os ductos de saída do sistema reprodutivo (KING e McLELLAND, 1984; DUKE et al., 1995). Possuem duas pregas circulares dobradas que dividem a cloaca em três compartimentos diferentes: coprodeum, proctodeum e urodeum (O'MALLEY, 2005).

O urodeum é a região intermediária da cloaca, local que recebe os ureteres e o sistema reprodutivo (KLASING, 1998). Há uma prega circular que separa o coprodeum do urodeum, atuando como um diafragma, impedindo o movimento das fezes para o urodeum e, no momento da defecação permite a expulsão das fezes sem que passem através do urodeum e do proctodeum. Na ave, esta dobra fecha durante a postura de ovos pela fêmea e também no momento da ejaculação pelo macho, prevenindo a contaminação fecal no ovo ou do sêmen, respectivamente (KLASING, 1999; O'MALLEY, 2005).

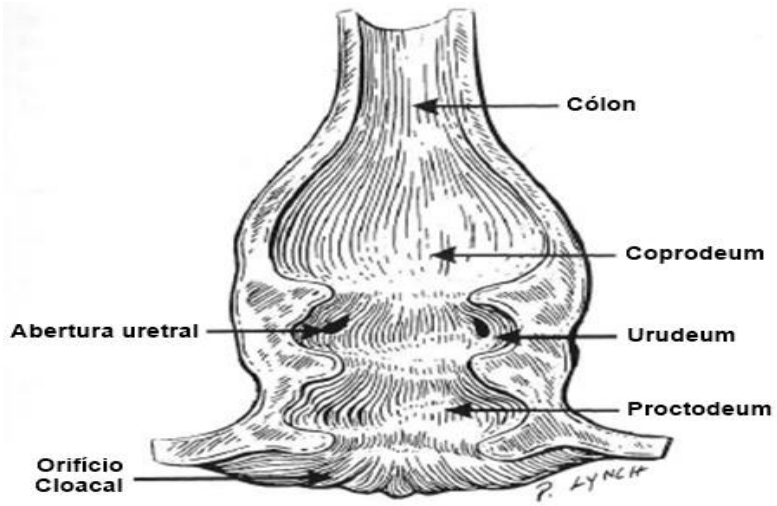


Figura 8. Cloaca de uma fêmea de pomba-comum *(Columba livia)*. Adaptado de Proctor e Lynch (1993).

O proctodeum forma a região proximal do orifício da cloaca (KLASING, 1999), podendo atuar como uma bexiga em algumas espécies, por exemplo, algumas aves marinhas. O proctodeum serve como uma bexiga expansível no avestruz, que permite a saída da urina separada das fezes. A bolsa de Fabricius é um divertículo proeminente na região do proctodeum. Ele serve como um local para a diferenciação dos linfócitos B no pintainho imaturo e torna-se um órgão linfóide secundário mais tarde na vida envolvido na

imunovigilância do trato gastrointestinal inferior (KLASING, 1998).

O orifício da cloaca é geralmente uma fenda transversal, que inclui as bordas em ambos os lados dorsal e ventral, que se projetam no interior para dentro do proctodeum. O proctodeum e o orifício são cercados por músculos voluntários, que formam um esfíncter. A natureza voluntária desses músculos dá a ave algum controle sobre o momento de sua excreção. Durante a excreção, as bordas dorsal e ventral estão parcialmente reviradas, formando um orifício circular para a passagem de fezes e urina (KLASING, 1998).

2.2 NUTRIÇÃO DE PSITACÍDEOS NA NATUREZA

Uma vez que os psitacídeos evoluíram com a variedade de alimentos disponíveis na natureza, as suas escolhas alimentares basearam-se na sabedoria nutricional obtida por meio de experiências ao passar das gerações (REID e PERLBERG, 1998). O estudo da dieta de um animal selvagem é uma ferramenta muito útil que permite classificar os grupos de animais de acordo com seu habito alimentar. As aves granívoras, como os periquitos e as caturras, alimentam-se de grãos ou sementes. As aves de pequeno porte tendem a selecionar sementes pequenas enquanto que as aves de maior porte selecionam grandes proporções de sementes que provêm de arbustos e que contém maiores níveis de proteína. A categoria das aves onívoras inclui várias espécies de cacatuas e pequenos papagaios (KOUTSOS et al., 2001a).

As estratégias alimentares e os alimentos mais comuns de alguns psitacídeos de vida livre de hábito alimentar granívoro-onívoro, similar ao papagaio-verdadeiro *(Amazona aestiva)*, incluem sementes e frutas na sua alimentação (KOUTSOS et al., 2001a). De acordo com os estudos de Seixas (2009) os papagaios-verdadeiros em atividade alimentar em diferentes ambientes no Pantanal de Miranda, Mato Grosso do Sul, consomem desde flor, polpa de fruto, folha e, sobretudo, sementes de 48 espécies vegetais de 25 famílias. As escolhas alimentares de uma das espécies mais estudadas de psitacídeos de vida livre, como o periquito-australiano, parecem ser governadas pela disponibilidade, sendo que, na região onde habita, chega a consumir sementes de 21 a 39 espécies de plantas terrestres (REID e PERLBERG, 1998).

Outra habilidade que estes animais têm é de se adaptar e explorar alimentos introduzidos, não nativos e de origem doméstica. Alguns psitacídeos, como o ring-neck, alimentam-se de matéria vegetal não nativa, como árvores de fruto, grãos de cultivo e

plantas ornamentais, contrastando com aqueles que são muito específicos e apenas consomem aquilo que consumiriam no estado selvagem. Com base em observações do comportamento e do conteúdo do TGI, sabe-se que a cacatua-negra-brilhante se alimenta quase exclusivamente de sementes de uma única espécie de árvore nativa *(Allocasuarina verticillata)*, a cacatua-negra-de-cauda-vermelha alimenta-se de sementes de apenas duas árvores nativas e o papagaio-de-pesquet é um frugívoro especializado que consome o fruto de apenas uma ou duas das 38 espécies existentes de figos na Nova Guiné (KOUTSOS et al., 2001a).

A quantidade de tempo que as aves dedicam por dia na alimentação varia de acordo com a espécie. Muitas ocupam-se mais de 50% do tempo dedicado às suas atividades diárias, dentre elas à procura de alimento e na alimentação propriamente dita. Geralmente alimentam-se ativamente em duas sessões, uma de manhã e outra ao final do dia, embora haja espécies que não o façam, como a cacatua-negra-de-cauda-vermelha, que se alimenta durante um longo período diário (KOUTSOS et al., 2001a).

Periquitos selvagens em áreas agrícolas comumente ingerem o painço-branco *(Panicum miliaceum)*, sendo uma exceção de semente das quais são encontradas nas diversas misturas de sementes vendidas para psitacídeos em cativeiro, sendo estranhas aos seus congêneres de vida livre. Assim, deve-se comparar a composição nutricional dessas sementes cultivadas com as exigências nutricionais das aves a que são fornecidas, sendo possível, desta forma, identificar potenciais problemas de carências e desenvolver uma estratégia para reformulação de dieta (REID e PERLBERG, 1998).

2.3 NUTRIÇÃO DE PSITACÍDEOS EM CATIVEIRO

O sucesso dos programas conservacionistas está diretamente relacionado à alimentação e nutrição balanceada adequada as diferentes espécies silvestres. Uma vez que animais bem nutridos apresentam maior imunidade, resistência a diversas enfermidades e permite maior capacidade de expressar seu comportamento natural, o que melhora os índices reprodutivos e aumenta as chances de perpetuação das espécies (PEREIRA, 2004).

A evolução da alimentação e nutrição dos animais silvestres cativos, incluindo os papagaios, apresenta três períodos. No primeiro período, as dietas cativas eram baseadas apenas nos hábitos alimentares das aves de vida livre. Sabe-se que devido aos vôos por

longas distâncias e maior grau de atividade acarreta em maior gasto energético diário, por isso necessitam consumir dietas mais energéticas (MACWHIRTER, 2000; CARCIOFI, 1996).

Para Dierenfeld (1997) nessa época era regra básica a tentativa de fornecer uma dieta em que se aproximasse da alimentação natural para os animais em zoológicos, no qual não davam muita importância para a composição nutricional da mesma. No entanto, sabe-se que as dietas consumidas por psitacídeos silvestres raramente podem ser reproduzidas em cativeiro, devido a grande variedade de itens, alimentos altamente energéticos e gordurosos, disponibilidade sazonal e custos econômicos (KOUTSOS et al., 2001a). Um exemplo clássico é a comparação do comportamento alimentar em vida livre extrapolando para cativeiro da arara-azul *(Anodorhynchus hyacinthinus)* que se alimenta apenas do endosperma de dois frutos de Palmae no Pantanal, o Acuri *(Scheelea phalerata)* e a Bocaiúva *(Acronimia aculeata)* (MUNN, et al., 1990). Em cativeiro, a ingestão de Energia Metabolizável (EM) é 2,14 vezes menor que a de vida livre, o que faz com que a dieta natural não seja adequada para esta situação. A ingestão de nutriente na natureza, por outro lado, serve de parâmetro para a formulação da dieta em cativeiro e atender as necessidades nutricionais e energéticas da ave (CARCIOFI, 2000).

Por fim, as necessidades energéticas de aves de vida livre são normalmente maiores do que as aves em cativeiro, por causa dos custos adicionais em busca de comida, termorregulação e defesa (BUTTEMER et al., 1986).

A realidade é que a maior parte das aves em cativeiro são alimentadas de maneira inadequada (CARCIOFI, 2000), com o oferecimento de uma variedade de frutas, verduras e sementes cultivadas para o interesse e paladar do homem, além de rações comerciais para aves, cães, gatos, etc. Os alimentos pouco variam durante o ano e entre as diferentes espécies, sendo ofertados geralmente em quantidades maiores do que a necessidade de ingestão diária, propiciando que os animais selecionem e consumam apenas os mais palatáveis (ROSSKOPF e WOERPEL, 1991). Consequentemente, muitas dessas dietas são comumente deficientes em um ou mais nutrientes essenciais (ROBBEN e LUMEIJ, 1989; ULLREY et al., 1991). Sendo o caso da maioria das aves cativas que vem recebendo grandes quantidades de sementes, em especial o girassol *(Helianthus annuus)* que é bastante palatável e consumido, altamente energético e rico em gordura, e de maneira geral, pobre em vitaminas, principalmente a vitamina A e minerais (CARCIOFI, 2000).

Os estudos de seletividade com psitacídeos demonstram que fazem as escolhas dos alimentos oferecidos baseados na palatabilidade particular de cada indivíduo, o que leva a ingestão e ao desbalanceamento nutricional das dietas, predispondo a ocorrência de doenças nutricionais (ULLREY et al., 1991; KAMPHUES, 1993). Tanto estudos na natureza com periquito-australiano (WYNDHAM, 1980), quanto em cativeiro com papagaio-verdadeiro (CARCIOFI et al., 1996), demonstraram grande variabilidade entre as aves na escolha dos alimentos. Contudo, uma mesma ave não apresenta grande variação na escolha entre os dias de alimentação, o que define um padrão específico de consumo, dentro de uma ordem regular de preferência dos alimentos disponíveis. Fora do seu habitat e frente a alimentos desconhecidos, não se pode esperar do animal uma sabedoria nutricional para balancear sua dieta, levando a casos frequentes na clínica veterinária de doenças metabólicas de origem nutricional (ROSSKOPF e WOERPEL, 1991).

Para Dierenfeld (1997) os animais cativos não necessitam de alimentos específicos, como frutas e sementes, mas sim de nutrientes específicos, como aminoácidos, vitaminas e minerais, encontrados nas diversas fontes de alimentos disponíveis no mercado. No entanto, ainda há escassez de estudos sobre as necessidades nutricionais para os psitacídeos, o que se traduz em menor expectativa de vida e bem estar animal. Cabe então ao nutricionista fazer estas escolhas, oferecer o alimento de forma a garantir seu consumo equilibrado e monitorar a ingestão pelos animais, certificando-se de que estão sendo adequadamente nutridos (ULLREY e ALLEN, 1986).

No segundo período, devido a escassez de estudos sobre as necessidades nutricionais dos psitacídeos e pássaros de estimação (KOUTSOS et al., 2001a), grande parte dos nutrientes necessários foram baseados e extrapolados nas tabelas de exigências nutricionais para as aves domésticas com fins de produção. Exigências as quais não devem ser seguidas a risca, pelo simples fato que as aves de produção passaram por muitas décadas de pesquisa, seleção e melhoramento genético, associada à alta necessidade de nutrientes para demonstrar todo o potencial genético em produção de ovos ou carne.

No terceiro período, o estudo da nutrição de animais silvestres teve início pelos norte-americanos no fim do século XIX, investigando os hábitos alimentares. Porém, apenas a partir da década de 80, encontram-se maiores publicações de estudos na área de exigências nutricionais de animais silvestres (SAAD, 2003).

Para Tavares (2009), o conhecimento em alimentação e nutrição aplicado à manutenção dos animais silvestres nativos e exóticos nos zoológicos tem avançado significativamente nos últimos 40 anos, reduzindo substancialmente a incidência de animais inapropriadamente nutridos e manejados em cativeiro. Para o nutricionista habilitado compete saber o que cada animal realmente precisa consumir, qual a necessidade nutricional e energética, quais alimentos podem ser usados ou que estão disponíveis no mercado e o que pode fazer bem ou mal a cada um deles. Até o momento, os profissionais nutricionistas buscam obter conhecimentos em cada espécie por meio de experimentos nutricionais e revisões bibliográficas de artigos científicos publicados sobre preferências alimentares, alimentos disponíveis, necessidades nutricionais e digestibilidade dos nutrientes (ALLGAYER e CZIULIK, 2007).

Outro entrave na manutenção de animais silvestres sob os cuidados humanos é a disponibilidade de rações econômica, de qualidade e nutricionalmente completas, sendo que grande parte dessas rações são importadas, e tem como objetivo atender as necessidades nutricionais das aves de diferentes hábitos alimentares às quais se destinam (MACHADO e SAAD, 2000).

Contudo, a importância quanto à forma física do alimento, diversidade e qualidade da dieta são fatores importantes para promover condições normais que estimulam o consumo e o comportamento alimentar (DIERENFELD, 1997).

2.3.1 Energia

A taxa metabólica basal (TMB) é a quantidade mínima de energia necessária para manutenção diária do metabolismo (SEDGWICK et al., 1990). As necessidades de energia variam dependendo do meio ambiente, estágio do ciclo de vida e genética do indivíduo (KLASING, 1998). Para o mesmo autor, as aves em crescimento precisam de energia para o aumento do tecido muscular, as aves reprodutoras precisam de energia adicional para a produção de material reprodutivo (sêmen, óvulos) e as aves em muda precisam de energia para atender as necessidades do crescimento de penas.

McNab e Salisbury (1995) concluíram que a TMB de psitacídeos é dependente do clima térmico da origem das espécies, a qual está adaptada para a sua sobrevivência, mas também está relacionada com os hábitos alimentares e a disponibilidade da água.

Segundo Sedgwick et al., (1990), o primeiro passo para formular uma dieta balanceada é calcular a necessidade de energia diária de cada indivíduo da espécie. De acordo com Kleiber (1932), Robbins (1983) e Sedgwick et al., (1990) a estimativa da necessidade energética para os psitacídeos pode ser calculada por meio do modelo matemático não-linear, expresso pela seguinte equação: TMB [kcal/dia] = k x $(PV)^{b}$.

Para o cálculo da TMB é utilizado à fórmula citada acima cujo cálculo é realizado por meio da multiplicação da constante (k) (que representa as quilocalorias de EM necessárias por unidade de peso metabólico do animal por dia), pelo peso vivo (PV) ou peso corporal (PC), em quilogramas (kg), elevado pela constante (b) (ROBBINS, 1983; SEDGWICK et al.,1990). O cálculo do peso vivo elevado à constante (b) representa o peso metabólico. O uso do peso metabólico permite comparações de exigência de energia em relação à área de contato entre animais de pesos, tamanhos e até espécies diferentes (RESENDE et al., 2006).

Para Sedgwick et al., (1990) a constante “k” vale 78 kcal e a constante (b) vale 0,75. No entanto, para McNab e Salisbury (1995), espécies provenientes de climas tropicais têm TMB semelhantes de outras aves não-passeriformes de acordo com a seguinte equação: TMB (kcal/d) = 73,6 x $(PV)^{0,73}$. Logo, para calcular a Necessidade de Energia Metabolizável em manutenção (NEM), a recomendação é multiplicar por 2 a TMB para a quantidade de energia fornecida satisfaça as necessidades energéticas para um animal adulto em manutenção (ROBBINS, 1993).

Earle e Clarke (1991) publicaram uma fórmula geral para o cálculo direto da NEM de aves não-passeriformes de médio e grande porte, de acordo com a seguinte equação, NEM= 130-160x$(PV)^{0,75}$. Porém, segundo os autores essa fórmula pareceu não retratar adequadamente a necessidade energética para psitacídeo de pequeno porte, como o periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus),* sugerindo a fórmula NEM = 200 x $(PV)^{0,75}$.

Buttemer et al. (1986) observaram periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)* mantidos em grandes aviários ao ar livre (12x6x4m). Essas aves eram mais ativas no inverno do que no verão, mas ainda passaram 94% do seu tempo empoleiradas. O restante de sua atividade foi associado com auto-limpeza (35 minutos/dia), alimentação (34 minutos), caminhando no poleiro (10 minutos) e voando (5 minutos). Além da energia mínima necessária para suportar a atividade metabólica, principalmente em baixas temperaturas do ambiente, a termorregulação requer quantidades significativas de energia oriunda da dieta. No inverno (temperatura média de 5,9ºC), as necessidades energéticas diárias foram 21%

maiores (24,1 kcal/d) ou 3,07 vezes a TMB em comparação com o verão (20,0 kcal/d ou 2,77 vezes a TMB), quando a temperatura média foi de 20,7ºC (BUTTEMER et al., 1986).

Williams et al., (1991) mediram o gasto energético diário de vida livre do ringneck-australiano *(Barnardius zonarius*) e da cacatua-galah *(Eolophus roseicapilla)* quando estavam na fase de nidificação e descobriram que as suas necessidades energéticas de manutenção (NEM) foram de 3,0 e 3,23 vezes que a TMB, respectivamente.

As necessidades diárias de energia para psitacídeos cativos estão disponíveis baseados nos estudos com periquitos-australiano *(Melopsittacus undulatus)*, a qual apresenta um problema para nutricionistas preocupados com outras espécies. No entanto, muitas vezes há uma boa correlação entre o gasto energético diário e a TMB (NAGY, 1987; DAAN et al., 1990).

Uma vez em cativeiro, as necessidades nutricionais das aves modificam-se amplamente. É fácil imaginar que essas aves em seu habitat voam muitas vezes quilômetros para conseguir alimentos, com uma necessidade energética muito mais elevada que aves mantidas em gaiolas ou até mesmo grandes viveiros (CARCIOFI e SAAD, 2001). Com essa abordagem empírica, a TMB pode ser calculada para qualquer espécie de interesse, com base no seu peso corporal, correlacionada com o ambiente em que a ave está alojada e o fator de multiplicação apropriado (Tabela 1).

Tabela 1. Estimativa da necessidade de energia metabolizável em manutenção de aves adultas da ordem dos Psittaciformes em relação ao peso vivo (PV)

Condições de habitação [a]	NEM
	kcal/dia
Interior da gaiola	$154,6*(PV)^{0.73}$
Interior do aviário	$176,6*(PV)^{0.73}$
Aviário ao ar livre, verão	$203,9*(PV)^{0.73}$
Aviário ao ar livre, inverno	$226,1*(PV)^{0.73}$
Vida livre	$229,2*(PV)^{0.73}$

[a] Hipóteses: aves alojadas em gaiolas no interior da mesma estão na zona de termoneutralidade e voam apenas minimamente; aves em aviários têm a oportunidade para vôos de curta distância. As equações foram obtidas a partir de estimativas publicadas da taxa metabólica basal de acordo com Mcnab (1988) e os custos de atividade por kg de peso corporal com Buttemer et al., (1986) e Williams et al., (1991).

Klasing (1998) afirma a importância do conhecimento das necessidades de energia que está diretamente relacionada com a quantidade de alimento fornecido e consumido

voluntariamente por dia para atender as exigências energéticas. Parece haver uma divergência na capacidade digestiva das aves da ordem dos Psittaciformes, dependendo de sua especialização dietética. Espécies granívoras e onívoras são relativamente eficientes na obtenção de energia à partir de alimentos, enquanto que espécies nectarívoras são relativamente ineficientes (Tabela 2).

De acordo com Downs (2000) as aves quando têm acesso livre ao alimento geralmente comem quantidade que satisfaça seu gasto energético diário. Por exemplo, quando fornecido dietas com menor densidade de energia do que o normal (por exemplo, alimentos ricos em fibras), os animais aumentaram a quantidade de gramas consumida a cada dia, e inversamente, quando fornecida uma dieta com alta densidade de energia (por exemplo, alimentos ricos em gordura), eles diminuíram a ingestão. No entanto, a regulação da ingestão de alimentos não é sempre ideal e comum, e a obesidade pode resultar quando são alimentados com dietas com elevadas densidades de energia.

Tabela 2. Digestibilidade das dietas para psitacídeos adultos

Espécies	Dieta	EB (MS) [b] EB /g	EM [b] (MS) EM /g	Digestibilidade %	Referência
Kaka (*Nestor meridionalis septentrionalis)*	Semente de girassol, pequena quantidade de maçã [a]	6,9 kcal /g (28,8 kJ/g)	5,4 kcal /g (22,7 kJ/g)	78,90	(BEGGS e WILSON, 1987)
Kaka (*Nestor meridionalis septentrionalis)*	Larvas de insetos	8,1 kcal/g (33,9 kJ/g)	7,3 kcal/g (30,6 kJ/g)	91,16	(BEGGS e WILSON, 1987)
Periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)*	Milho, farelo de soja[a]	4,2 kcal/g (17,5 kJ/g)	3,3 kcal/g (14,0 kJ/g)	80,0	(UNDERWOOD, 1991)
Periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)*	Painço branco	4,0 kcal/g (16,7 kJ/g)	3,7 kcal/g (15,6 kJ/g)	93,4	(EARLE e CLARKE, 1991)
Periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)*	Painço vemelho	3,7 kcal/g (15,5 kJ/g)	3,4 kcal/g (14,2 kJ/g)	92,0	(EARLE e CLARKE, 1991)
Periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)*	Alpiste	3,3 kcal/g (14,0 kJ/g)	2,9 kcal/g (12,3 kJ/g)	88,2	(EARLE e CLARKE, 1991)

[a] Proporções de cada alimentos da dieta não fornecido.
[b] EB= indica energia bruta; EM= energia metabolizável em base de Matéria Seca (MS).

Para Drepper et al., (1988) os periquitos-australiano *(Melopsittacus undulatus)*, que

receberam uma dieta contendo 3110 kcal EM/kg resultou na manutenção do peso corporal, mas as dietas com 3349 kcal/kg ou acima resultou em obesidade. As taxas de consumo *ad libitum* na literatura encontram-se resumidos na Tabela 3.

Tabela 3. Informação da ingestão de alimentos de psitacídeos adultos em cativeiro

Espécie	Ambiente	Dieta (EM)[a]	Ingestão[b] (%PV/dia)	Referência
Periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)*	Gaiolas em colônia	Milho, farelo de soja (3,3 kcal/g)	25%	(UNDERWOOD, 1991)
Periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)*	Gaiolas em colônia	Painço, alpiste, aveia	26%	(UNDERWOOD, 1991)
Periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)*	Sala com temperatura controlada	Painço japonês	19,6%	(SAKURAI et al., 1998)
Periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)*	Gaiola pequena	Painço (2,9 kcal/g)	14%	(KASUYA et al., 1987)
Papagaio-do-congo *(Psittacus erithacus)*	Recinto pequeno	Ração comercial extrusada [c] (2,7kcal/g)	9,80%	(LUMEIJ et al., 1996)
Papagaios (Amazona sp.)	Recinto pequeno	Ração comercial extrusada [c] (2,7kcal/g)	6,20%	(LUMEIJ et al., 1996)
Cacatua-sulfúrea *(Cacatua sufurea sulfurea)*	Recinto pequeno	Ração comercial extrusada [c] (2,7kcal/g)	9,10%	(LUMEIJ et al., 1996)
Arara-canindé *(Ara ararauna)*	Recinto pequeno	Ração comercial extrusada [c] (2,7kcal/g)	7,8	(LUMEIJ et al., 1996)

[a] Conteúdo de energia metabolizável (EM) é baseado em valores para frangos, exceto quando a EM do conteúdo das dietas de misturas de sementes não podem ser estimado porque a proporção do consumo da semente não foi relatada.
[b] Ingestão de matéria seca, excluindo as cascas; PV = peso vivo.
[c] Rações comerciais extrusadas disponíveis de composição desconhecida.

Para animais adultos hospitalizados a NEM geralmente é 25% superior à TMB (LABATO, 1992). Segundo Quesenberry e Hillyer (1994), os psitacídeos submetidos a enfermidades estão em estado hipermetabólico, necessitando geralmente um aporte energético maior que o de manutenção. O aumento na demanda varia conforme a natureza da injúria, denominando de fator de ajuste, podendo variar de um a três vezes que a TMB.

Sendo assim, calcula-se o Requerimento Final de Energia metabolizável (RFE) conforme mostra a seguinte fórmula, utilizando os valores da Tabela 4.

RFE [kcal/dia] = TMB x (Fator de Ajuste)

Tabela 4. Fator de ajuste para o cálculo do requerimento final de energia.

Condição	Fator de Ajuste
Caquexia	0,5 – 0,7
Cirurgia eletiva	1,0 – 1,2
Trauma leve	1,0 – 1,2
Trauma severo	1,1 – 2,0
Crescimento	1,5 – 3,0
Infecção generalizada	1,2 – 1,5
Queimaduras	1,2 – 2,0
Traumas cranianos	1,0 – 2,0

* Adaptado de Quesenberry e Hillyer (1994)

Estimar a EM adequada e definir o tipo de alimento a ser fornecido é um desafio. Para animais domésticos existem inúmeras fórmulas desenvolvidas para a estimativa da EM dos alimentos. Para animais silvestres quase não existe produção científica a este respeito, devido ao desconhecimento ou poucas análises bromatológicas dos alimentos comumente utilizados na alimentação dos animais. Segundo Donoghue (1996), uma sugestão para estimar a energia da dieta para aves silvestres pode-se utilizar a seguinte fórmula:

Energia Metabolizável (EM) (kcal/100g alimento) = [(3,5 x % proteína bruta) + (8,5 x % extrato etéreo) + (3,5 x % extrativos não nitrogenados)]

2.3.2 Proteínas e aminoácidos

As aves são incapazes de sintetizar os aminoácidos essenciais ou em quantidades suficientes, tais como, arginina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, valina, triptofano e treonina. A glicina, histidina e prolina são muitas vezes consideradas essenciais com base em pesquisas realizadas em frangos, que demonstraram que as taxas de síntese destes aminoácidos não atendem as exigências metabólicas naquelas aves (TAYLOR et al., 1994). Os mesmos autores em estudos com periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)* relatam que foi observada a necessidade de glicina e afirmam que os psitacídeos são incapazes de sintetizar o suficiente de glicina para atender às demandas metabólicas.

Sendo assim uma porcentagem de proteína deve ser incluída na dieta para satisfazer as necessidades de aminoácidos do animal. A necessidade quantitativa de aminoácidos é

dependente do estado fisiológico da ave, sendo mais baixo em adultos em manutenção e mais alto em filhotes e fêmeas na fase de postura (Tabela 5).

Sailaja et al., (1988) afirmam que, na natureza a disponibilidade sazonal de alimentos com teor protéico mais elevado é um dos principais determinantes do desempenho reprodutivo, e sugerem que a nutrição de aminoácidos seja um dos grandes fatores influentes na criação e reprodução dos psitacídeos. De acordo com os mesmos autores, as calopsitas *(Nymphicus hollandicus)* em cativeiro apresentaram um aumento na taxa de postura em resposta ao aumento do teor de proteína da dieta.

Drepper et al., (1988) descrevem que periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)* alimentados com uma dieta contendo 6,8% de proteína bruta, sendo 0,33% de aminoácidos sulfurados, 0,15% de lisina e 3445 kcal EM/kg, observou-se manutenção do peso vivo.

Tabela 5. Níveis de proteína e aminoácidos mostraram-se adequados para alguns psitacídeos em um determinado estado fisiológico

Espécies	Estado Fisiológico	Fonte de Proteína (EM[a])	Nível de Proteína Bruta	Referência
Periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)*	Manutenção	Aminoácidos purificados (3,4 kcal/g)	6,8%	(DREPPER et al., 1988)
Periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)*	Manutenção	Milho (+ lisina, 3,4 kcal/g)	12%	(UNDERWOOD et al., 1991)
Calopsita *(Nymphicus hollandicus)*	Manutenção	Soja (+ metionina, 3,5 kcal/g)	11%	(KOUTSOS et al., 2001b)
Papagaio-do-congo (Psittacus erithacus)	Manutenção	Milho e Soja; NR	10 - 15%	(KAMPHUES e WOLF, 1997c)
Periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)*	Postura	Milho e Soja (+ Lisina e metionina, 3,2 kcal/g)	13,2%	(ANGEL e BALLAM, 1995)
Periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)*	Crescimento	Soja (+ metionina, 3,2 kcal/g)	13,2%	(ANGEL e BALLAM, 1995)
Calopsita *(Nymphicus hollandicus)*	Crescimento	Soja (+ metionina, 3,5 kcal/g)	20%	(ROUDYBUSH e GRAU, 1986)
Calopsita *(Nymphicus hollandicus)*	Crescimento	Aminoácidos purificados (4,0 kcal/g)	0,8% Lisina	(ROUDYBUSH e GRAU, 1985)

[a] EM: energia metabolizável; + indica aditivo; NR: a concentração de energia não foi relatada.

Já Underwood et al. (1991), em estudos com periquito-australiano adultos *(Melopsittacus undulatus)*, alimentados com uma dieta à base de milho, contendo 12% de proteína bruta e 3349 kcal EM/kg, suplementada com 0,29% de metionina + cisteína e 0,63%

de lisina, foi suficiente para manter o peso e a composição corporal. No entanto, uma dieta à base de sementes com 12,8% de proteína bruta, porém com baixo nível de lisina, resultou no aumento da gordura corporal. Essa dieta a base de sementes também foi deficiente em cálcio e outros nutrientes essenciais.

Koutsos et al. (2001b), em experimento com calopsitas *(Nymphicus hollandicus)* adultos machos, fornecendo uma dieta à base de soja com 11% de proteína bruta e suplementado com 0,51 % de metionina + cisteína, 0,77 % de lisina, relataram que esta dieta supriu as necessidades nutricionais e foi adequada para a manutenção do peso corporal e prevenção de obesidade. Klasing (1998) afirma que resultados experimentais indicam que a exigência de proteína para calopsitas *(Nymphicus hollandicus)* e periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)* é inferior a 11%, desde que usada uma fonte de proteína de alta digestibilidade.

Entre as espécies de aves granívoras, a exigência de proteína aumenta com o aumento do tamanho do corpo. Consequentemente, níveis mais elevados de proteína podem ser exigidos por araras e outros psitacídeos maiores. Kamphues et al., (1997b) em experimentos preliminares com papagaios-do-congo *(Psittacus erithacus)* sugerem uma exigência entre 10 e 15% de proteína na matéria seca para manter os níveis de proteínas plasmáticas na fase de manutenção.

Necessidades de proteína e aminoácidos para a fase de reprodução são dependentes do número de ovos postos por postura, a intensidade ou a frequência de postura de ovos e a composição de proteínas dos ovos. A composição de aminoácido dos ovos de periquito-australiano *(Melopsittacus undulatus)* é semelhante à das galinhas domésticas (MASSEY e SELLWOOD, 1960) e de outras espécies de aves (MURPHY, 1994).

Klasing (1998) relata que em geral não se espera diferenças muito significativas no equilíbrio de aminoácidos da dieta entre as espécies de psitacídeos. No entanto, as taxas de produção de ovos são bastante distintas, de tal modo que as necessidades de aminoácidos e proteínas aumentam consideravelmente acima da exigência de manutenção em espécies que fazem postura diária, enquanto que nas que fazem postura de um único ovo ou fazem ciclo intermitente de postura, este aumento é comumente muito discreto.

Segundo Massey e Sellwood (1960) em dietas para aves em crescimento, a proteína e aminoácidos devem ser fornecidos para deposição de tecido muscular, como também na fase de manutenção. Para os mesmos autores, a composição do aminoácido nos tecidos dos

periquitos-australianos *(Melopsittacus undulatus)* é muito semelhante à dos frangos industriais, sugerindo que as necessidades de aminoácidos são, provavelmente, similares aos de frangos em crescimento. No entanto, a taxa de crescimento fracionada é mais elevada nos psitacídeos, devido ao seu modo de desenvolvimento altricial, levando a um esperado aumento nas necessidades totais de aminoácidos.

De acordo com Kamphues et al. (1997b), a maior parte da proteína corporal das aves encontra-se nas penas. Em periquitos-*australianos (Melopsittacus undulatus)* e agapornis sp., as penas representam 5,7% e 3,5% do peso vivo, respectivamente, alocando 28% e 22% da proteína total do corpo. Para Massey e Sellwood (1960) a composição de aminoácidos das penas é consideravelmente diferente das outras proteínas do corpo ou proteínas do ovo. As penas são ricas em cisteína e muitos outros aminoácidos não essenciais. As penas de periquitos contêm 18% de lisina e 32% de metionina. A maioria das aves adultas troca as penas várias vezes ao ano. Este evento periódico provoca um aumento das necessidades de aminoácidos para a síntese de penas de substituição as velhas e, em menor grau, para a síntese de novos folículos e bainhas de penas, além de vasos sanguíneos epidérmicos.

2.4 NUTRIÇÃO COMPARADA DE AVES DE PRODUÇÃO X NUTRIÇÃO DE PSITACÍDEOS

A diversidade de animais silvestres mantidos em cativeiro atualmente no Brasil, e a necessidade de cumprir as exigências legais para sua correta manutenção e manejo fazem com que o profissional que atua na área busque constantemente atualização sobre o tema. Por muitos anos os criadores amadores realizam a criação de aves silvestres com foco nas aves canoras, buscando diversas colorações de penas e um potencial pet promissor. No entanto, poucos são os trabalhos em nutrição aplicados aos psitacídeos como os papagaios. Um dos entraves da maioria dos trabalhos é a utilização de um número muito pequeno de indivíduos, deixando em dúvida a confiabilidade estatística dos resultados (LARA, 2006).

Grande parte das informações em exigências de nutrientes para psitacídeos foi obtida extrapolando estudos a partir dos Galliformes, que inclui a galinha, frango, peru, etc, espécies de aves nidífugas, que nascem de olhos abertos, com plumagens e instintivamente abandonam os ninhos logo após o nascimento, podem se locomover e se alimentar desde as primeiras horas de vida. No entanto todos os psitacídeos são nidícolas ou nidífilas, permanecendo os filhotes nos ninhos após a eclosão dos ovos até ficarem aptos para

voarem e se alimentarem sozinhos. Desta maneira, os psitacídeos atingem o tamanho adulto mais rapidamente. Por exemplo, os pequenos psitacídeos como os Forpus *(Forpus coelestis)* atingem o peso adulto em 30 a 40 dias (LARA, 2006). Segundo Santos et al. (2015), realizando a criação artificial de papagaios-verdadeiros afirmam que nasceram com peso médio de 13,3 g, onde foram alimentados artificialmente até os 42 dias e depois a alimentação foi voluntária, atingindo um peso médio de 330,94 ± 41,45 gramas, representando 76,61% ± 9,59% da média do peso adulto. Normalmente aos 60 dias os filhotes de papagaios atingem o peso adulto, mas começam a reproduzir somente entre o terceiro e quarto ano. Como por exemplo, a arara azul é a espécie mais tardia podendo demorar próximo de 100 dias para atingir o peso adulto (RITCHIE et al., 1994).

O outro fator complicante é que os Galliformes estão em constante crescimento do nascimento até o abate devido ao curto ciclo evolutivo de produção. As poedeiras e matrizes estão em crescimento e desenvolvimento do seu sistema reprodutivo até iniciarem a postura, quando passam para a fase de produção de ovos, o que torna difícil a extrapolação da exigência nutricional de Galliformes, pois nunca estão em manutenção, a não ser os machos reprodutores, por curtos períodos de descanso (LARA, 2006).

As exigências de cálcio nas dietas para matrizes de galinhas poedeiras na fase de postura devem possuir um teor entre 3% a 3,55% de Ca, produzindo 180 a 320 ovos por ano por ciclo reprodutivo dependendo da raça (SAAD, 2003). No entanto para as calopsitas fêmeas em reprodução essa exigência foi baixa, equivalente a 0,35% da dieta para manutenção da espessura da casca do ovo, produzindo apenas 10 a 25 ovos por ano, concentrados em um curto período (ROUDYBUSH e GRAU, 1991). Todo este período não produtivo, no qual a ave já atingiu o peso adulto e não está no período de muda de penas, é chamado período de manutenção.

Pesquisas em exigências nutricionais de pássaros nidícolas estão muito limitadas. Desta forma, os dados extrapolados são inadequados para generalização e não consta nenhuma evidência clara se nutrientes como a proteína da dieta para manutenção de psitacídeos adultos, por exemplo, divergem das necessidades das aves nidífugas como os Galliformes (ULLREY et al.,1991).

Durante muitos anos as rações na avicultura industrial foram formuladas com base na proteína bruta, e isso resultava em dietas com um conteúdo de aminoácidos superiores ou em desequilíbrio em relação ao exigido pelos animais. A aplicação do conceito da proteína

ideal tem permitido aos nutricionistas formular rações mais adequadas às exigências nutricionais de cada categoria animal, melhorando a eficiência de utilização dos nutrientes contidos nos alimentos e reduzindo a excreção de resíduos ao ambiente, principalmente os nitrogenados (ROSTAGNO, 2006).

Sabendo que os custos com alimentação representam cerca de 75% do custo total de produção e as fontes protéicas participam com aproximadamente 25% deste custo (ALBINO et al., 1992). Os mesmos autores relatam que as formulações de rações eram baseadas no conceito de proteína bruta, prejudicando o retorno econômico da atividade. Isto porque o conteúdo de aminoácido da dieta é super ou subestimado não permitindo que o animal expresse todo o seu potencial produtivo, seja para produção de carne e/ou ovos.

O conhecimento da composição de aminoácidos dos alimentos é importante na formulação de rações. Entretanto, uma vez que a quantidade de aminoácidos digestíveis para os animais é menor do que aquela contida nos alimentos (PARSONS, 1991). Os aminoácidos não estão prontamente disponíveis para absorção, tornando-se necessário determinar os coeficientes de digestibilidade de cada nutriente dos diferentes alimentos para cada espécie e fase de vida, o que possibilitaria o maior aproveitamento dos mesmos, além de aumento na produtividade e no retorno econômico da produção (FISCHER Jr., 1997). Os coeficientes de biodisponibilidade dos aminoácidos dos alimentos, utilizados na avicultura, independentemente do método utilizado para a mensuração, têm sido muito questionados em virtude do efeito da microbiota intestinal presente nos cecos dos Galliformes. Assim, a utilização de galos cecotomizados tem sido estudada para a determinação dos valores de aminoácidos digestíveis (DALE & FULLER,1986). No caso dos papagaios, a metodologia de avaliação torna-se menos complexa, uma vez que estes não possuem cecos. No entanto, é preciso avaliar a diferença da digestibilidade dos aminoácidos dos principais alimentos utilizados, como por exemplo, o milho, pelos galos e frangos de corte cecotomizados.

A utilização de galos sem ceco advém da necessidade de eliminar o efeito da flora bacteriana intestinal na digestibilidade dos aminoácidos. Parsons et al., (1982) relatou que 25% dos aminoácidos eliminados na excreta de aves era de origem microbiana.

As conclusões de vários estudos sobre o efeito microbiano nos ensaios de digestibilidade, levados a cabo em aves isentas de microrganismos no ceco, sugerem que este efeito pode ser significativo (ELWELL e SOARES, 1975; PARSONS et al., 1982), uma vez que sua remoção irá certamente reduzir o efeito dos microrganismos nos resultados de

digestibilidade dos aminoácidos e proteína. Sendo assim, a extrapolação integra das necessidades nutricionais dos Galliformes para os psitacídeos se torna difícil, merecendo mais estudos nessa área.

2.5 PROCESSAMENTO

2.5.1 Moagem

A moagem é o processo considerado como o “coração” da fábrica de ração (BELLAVER e NONES, 2000), no qual os ingredientes são reduzidos em seu tamanho pela força do impacto, corte ou atrito, resultando diretamente na qualidade final do produto (ZANOTTO e BELLAVER, 1996). A granulometria está diretamente relacionada com o tamanho das partículas, havendo muitas vezes o confundimento com a moagem.

Vários tipos de moinhos já foram utilizados durante os anos, como os moinhos de facas, pedra, de rolo, de bolas ou de serras. E atualmente, o equipamento para moagem mais utilizado dentro da indústria de ração animal é o moinho de martelos. Esse possui um rotor de alta velocidade que gira no interior de uma capa cilíndrica, sendo que no exterior do rotor é acoplada uma série de martelos nos pontos de articulação (NITZKE, 2000). O processo inicia-se com a entrada do grão na câmara do rotor onde ocorre o primeiro contato com os martelos. Ao receber o impacto, o grão é lançado contra a peneira e essa sequência continua até que as partículas sejam reduzidas a um tamanho que permita a sua passagem através dos furos da peneira. A tela ou peneira tem o diâmetro de seus furos determinados de acordo com a necessidade da granulometria do produto moído (NITZKE, 2000).

Após a moagem, o peneiramento determinará o tamanho e uniformidade das partículas dos ingredientes destinados à fabricação das rações (ZANOTTO e BELLAVER, 1996). O procedimento utilizado para caracterizar o tamanho das partículas chama-se granulometria. Até pouco tempo, eram utilizados parâmetros não muito adequados para avaliar a granulometria do milho moído, como as expressões de fino, médio e grosso, que eram comumente utilizadas em comparação ao diâmetro dos furos das peneiras do moinho. O que não há uma relação do tamanho de furos da peneira com o tamanho de partícula.

O procedimento para determinar o tamanho das partículas caracteriza-se no peneiramento de uma amostra do ingrediente moído, fornecendo informações que possibilitam as determinações do Módulo de Finura (MF), Índice de Uniformidade (IU) e principalmente o Diâmetro Geométrico Médio (DGM) das partículas. O Módulo de Finura

representa um índice que pode assumir qualquer valor compreendido entre zero e seis e correlaciona-se positivamente com o aumento do tamanho das partículas do ingrediente. O Índice de Uniformidade indica a proporção relativa entre partículas grossas, médias e finas, que são definidas segundo os diâmetros: maior que 2 mm, entre 2 e 0,60 mm, e menor que 0,60 mm, respectivamente (ZANOTTO e BELLAVER, 1996).

Foram necessários novos estudos para avaliar o tamanho de partículas do ingrediente moído a partir de novos métodos e parâmetros mais eficazes para caracterizar o grau de moagem. Sendo assim, o DGM das partículas do ingrediente se fundamenta num parâmetro para expressar as relações entre o grau de moagem e alguns índices de importância técnica e econômica na produção de aves (ZANOTTO et al., 1996). A realização do Desvio Padrão Geométrico (DPG), tem como objetivo estimar a amplitude de dispersão do tamanho das partículas (ZANOTTO e BELLAVER, 1996). Segundo NIR et al., (1995), a consideração do DPG nas avaliações de granulometria significa que quanto menor o valor do DPG, melhor o desempenho dos frangos.

Para calcular o DGM e o DPG das partículas dos ingredientes de uma amostra, os valores são inseridos e calculados pelo software Granucalc® (software disponibilizado gratuitamente, desenvolvido por Zanotto et al., 2013, na unidade de tecnologia da informação da Embrapa Suínos e Aves de Concórdia-SC, versão 2013 softgran). Este é muito utilizado na fabricação de ração de frangos de corte e de suínos. Basta preencher o formulário selecionando o método fixo (com peneiras pré-definidas) ou alternativo (selecionando as peneiras utilizadas) e informar os pesos das peneiras e os pesos das peneiras com as amostras.

Entre os ingredientes convencionalmente utilizados na fabricação de rações para frangos de corte, o milho se caracteriza por ser a principal fonte energética com maior parcela de inclusão de aproximadamente 65% na composição da ração. Desta forma, estima-se que o milho representa cerca de 40% do custo da ração, evidenciando a importância da sua contribuição com a rentabilidade do setor avícola (ZANOTTO et al., 1999).

Do ponto de vista nutricional, em geral considera-se que quanto menor o tamanho das partículas do alimento, maior o contato dessas com os sucos digestivos, favorecendo a digestão e a absorção. As partículas muito finas favorecem o processamento, mas diminuem a palatabilidade em dietas fareladas e aumentam o pó no processo de fabricação

(ESMINGER, 1985). Foi comprovado para as aves de produção que as moagens muito finas podem reduzir a digestibilidade por induzir o aumento na velocidade do trânsito gastrintestinal (RIBEIRO et al., 2002). Por exemplo, uma dieta onde o milho foi excessivamente moído fino, com 337 µm de DGM das partículas, causando prejuízos ao ganho de peso e conversão alimentar dos frangos (RIBEIRO et al., 2002). Por outro lado, frangos de corte alimentados com dietas com maior granulometria, demonstram o maior tempo de permanência do alimento na moela, reduzindo a velocidade de passagem do alimento, levando aumento no consumo, melhor ganho de peso, degradação mais lenta, maior utilização e digestibilidade dos nutrientes (NIR et al., 1994).

Em estudos realizados com papagaio-verdadeiro *(Amazona aestiva)* alimentados com dietas extrusadas, onde as matérias-primas foram moídas em peneiras 0,5 mm e 2,0 mm, resultando em dois tratamentos, observaram que não houve efeito da granulometria no consumo, digestibilidade, energia metabolizável e parâmetros fecais. Os autores afirmam que não é necessária a moagem fina dos ingredientes, porque os papagaios tiveram aproveitamento semelhante dos nutrientes dos alimentos e da energia, independente do grau de moagem utilizado (LOUREIRO et al., 2013).

De acordo com os estudos o consumo de grãos grosseiramente moídos resulta em melhor estrutura e saúde do TGI para as aves (NIR et al., 1990; DAHLKE et al., 2001; LEANDRO et al., 2001). Contudo, o aumento do DGM associado ao menor DPG dos ingredientes permite um melhor desenvolvimento do trato gastrointestinal, aumento da motilidade e modificação na flora intestinal (WILLIAMS et al., 1997).

Do ponto de vista de produção de rações, quanto maior o tamanho das partículas dos ingredientes, maior a economia com energia e eficiência (toneladas/hora) de moagem da matéria-prima (ZANOTTO e BELLAVER, 1996). Estudos demonstram que a partir da moagem do milho, um aumento no DGM das partículas de 515 para 905 µm, representou um aumento de 166% no rendimento da moagem e uma redução de 62% no consumo de energia elétrica (ZANOTTO et al., 1999).

Assim, devem-se formular rações com o adequado balanceamento e biodisponibilidade dos nutrientes que atendam as reais necessidades nutricionais dos animais, uma vez que a granulometria está diretamente relacionado com o desempenho animal, digestibilidade, lesões esôfago-gástrico, e principalmente, com o custo de produção da ração a um custo mínimo.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A alimentação representa a maior parte dos recursos para a produção e manutenção de qualquer criação animal, chegando a 70-80% dos custos. No entanto, não há estudo nessa linha voltado para a criação e manutenção de animais silvestres, onde não necessariamente elaboram-se dietas a um custo mínimo. O fator principal é a existência de poucas empresas que produzem rações especificas para determinados animais e quando produzem estas rações o preço não é muito acessível.

Uma dieta balanceada fornece todos os nutrientes essenciais e a energia metabolizável necessária para suprir as exigências diárias do animal em cada fase da vida. Porém, há alguns fatores de grande importância que devem ser avaliados, desde a moagem da matéria-prima, passando pelo processamento de extrusão, até a palatabilidade e digestibilidade dos nutrientes. Por tal razão, é fundamental com precaução extrapolar os conhecimentos na criação de animais de produção e de companhia, juntamente com as metodologias de avaliação de alimentos, para dar suporte às pesquisas com psitacídeos silvestres onde pouco se sabe sobre a relação do consumo e ingestão de matérias-primas moídas e o tipo de processamento sobre a digestibilidade, palatabilidade da dieta e respostas metabólicas.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., SANT'ANNA, R. et al. **Determinação dos valores de aminoácidos metabolizáveis e proteína digestiva de alimentos para aves**. Revista Brasileira de Zootecnia. v21, n.6, p. 1059 – 1068, 1992.

ALLGAYER, M. C.; CZIULIK, M. **Reprodução de psitacídeos em cativeiro.** Revista Brasileira de Reprodução Animal, Belo Horizonte, v. 31, n. 3, p. 344-350, jul./set., 2007.

ANGEL, R.; BALLAM, G. **Dietary effect on parakeet plasma uric acid, reproduction and growth.** *Proc Annu Conf Assoc Avian Vet.* 27–32, 1995.

BEGGS, JR.; WILSON, P.R. **Energetics of south island kaka *Nestor-meridionalis-meridionalis* feeding on the larvae of kanuka longhorn beetles *Ochrocydushuttoni.***NZ J Ecol.10:143–148, 1987.

BELL, D. D. **Anatomy of the Chicken.** P 4158. In: Commercial chicken meat and egg production. 5ª edição. Edited by Donald D. Bell e William D. Weaver, Jr.. Springer, 2002.

BELLAVER, C.; NONES, K.; **A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola Goiânia –GO**. Palestra apresentada no IV Simpósio de Avicultura. 27/04/2000.

BERKHOUDT H. **Special sense organs: structure and function of the avian taste receptors.** In: King AS, McLelland J, eds. Form and Function in Birds. New York, NY: Academic Press. 462–496, 1985.

BEZUIDENHOUT, A.J. **The spiral fold of the caecum in the ostrich *(Struthio camelus).*** Journal of Anatomy 183, 587-592, 1993.

BEZUIDENHOUT, A.J.; VAN ASWEGEN, G. **A light microscopic and immunocytochemical study of the gastrointestinal tract of the Ostrich *(Struthio camelus).*** Onderstepoort Journal of Veterinary Research 57, 37-48, 1990.

BUTTEMER W.A; HAYWORTH A.M.; WEATHERS W.W.; NAGY K.A. **Time-budget estimates of avian energy expenditure: physiological and meteorological considerations.** Physiol. Zool. 59:131–149, 1986.

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.** 1996.104f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CARCIOFI, A.C. **Contribuição ao estudo da alimentação da arara-azul *(Anodorhynchus hyacinthinus*, Psittacidae, aves) no Pantanal.** I – Análise da química do acuri *(Scheelea phalerata)* e da bocaiuva *(Acronimia aculeata).* II – Aplicabilidade do método de indicadores

naturais para o cálculo da digestibilidade. III – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2000.

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.

CUBAS, Z.S. Medicine: **family Ramphastidae (Toucans).** In: FOWLER, M.E; CUBAS, Z.S. Biology, Medicine, and Surgery of South American Wild Animals. State University Press, p. 193-196, 2001.

DAAN, S.; MASMAN, D.; GROENEWOLD, A. **Avian basal metabolic rates - their association with body composition and energy expenditure in nature.** Am J Physiol. 259:R333–R340, 1990.

DAHLKE, F.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; LIMA, A.R. **Tamanho da partícula do milho e forma física da ração e seus efeitos sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte.** Revista Brasileira de Ciência Avícola, vol.3, n.3, p. Campinas 2001.

DALE, N. M., FULLER, H. L. **Repetability of true metabolizable energy versus nitrogen corrected true metabolizable energy values.** Poultry Science, Champaign, v.66, n.2, p.352-354, 1986.

DEMERY, Z.P.; CHAPPELL, J.; MARTIN, G.R. 2011. **Vision, touch and object manipulation in Senegal parrots Poicephalus senegalus.** The Royal Society. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21525059>. Acesso em: 25 de Jul. 2015.

DIERENFELD, E. **Captive wild animal nutrition: a historical perspective.** In: Symposium on Nutrition of wild and captive wild animals – Proceedings of the Nutrition Society, Edinburgh. Vol. 56, 989-999, 1997.

DONOGHUE, S. **Veterinary nutritional management of amphibians and reptiles.** J Am Vet Med Assoc, vol. 208, n. 11, p. 1816-1820, 1996.

DOWNS, C.T. **Ingestion patterns and daily energy intake on a sugary diet: the red lory *(Eos bornea)* and the malachite sunbird Nectarinia famosa.** Ibis. 142: 359–364, 2000.

DREPPER K, MENKE K, SCHULZE G, WACHTER-VORMANN U. **Unteruschunen zum protein- und energiebedarf adulter welesittche *(Melopsittacus undulatus).*** *Kleinteierpraxis.* p.33, 1988.

DUKE, G.E.; DEGEN, A.A.; REYNHOUT, J.K. **Movement of urine in the lower colon and cloaca of ostriches.** Condor 97, 165-173, 1995.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. 4 ed. Ed. Elsevier Saunders, Rio de Janeiro, 834p., 2010.

EARLE, K.E.; CLARKE N.R. **The nutrition of the budgerigar *(Melopsittacus undulatus).*** J Nutr. 121:186S– 192S, 1991.

ELWELL, D.; J.K. SOARES Jr., **Amino acid availability: a comparative evaluation of several assay techniques**. Poult. Sci., 54, n.1,78-85, 1975.

ESMINGER, M.E. **Processing effects. In: Feed Manufacturing Technology III.** AFIA. Cap. 66. p. 529-533, 1985.

FECCHIO R.S., GOMES M.S., KOLOSOSKI J., PETRI B.S.S., ROSSI J.R. & GIOSO M.A. 2008. **Estudo da biomecânica oclusal e da aderência da resina acrílica auto-polimerizável (polimetilmetacrilato) em fraturas de rinoteca de tucanos *(Ramphastos toco).*** Pesquisa Veterinária Brasileira. 28(7): 335-340.

FÉLIX, A.P., OLIVEIRA, S.G., MAIORKA, A. **Fatores que interferem no consumo de alimentos em cães e gatos.** In: Vieira, S. Consumo e preferência alimentar de animais domésticos. 1ed. Phytobiotics Brasil: Londrina. Cap.3. p.162-199, 2010.

FISCHER, JR, A. A. **Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves.** 1997. 55 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FITZGERALD, T. **The Coturnix Quail: Anatomy and histology, 1st edn**. Iowa State University Press, Ames, 306 pp, 1969.

GRIMINGER, P. **Digestive system and nutrition.** In: Abs, M. (ed) Physiology and Behaviour of the Pigeon. Academic Press, London, 1983.

HERPOL, C.; VAN GREMBERGEN, G. **L'actcivité protéolytique du système digestif de Gallus domesticus.** Zeitschrift fuer Vergleichende Physiologie 57, 1-6, 1967.

HILL, H.J. **The physiology of digestion.** In: Bell, D.J. and Freeman, B.M. (eds) Physyology and Biochemistry of the Domestic Fowl, Vol.1. Academic Press, London, pp. 1-49, 1971.

IMBER, M.J. **Origins, phylogeny and taxonomy of the gad petrels Pterodroma spp.** Ibis 127, 197-229, 1985.

JACKSON, S.; NICOLSON, S.W.; LOTZ, C.N. **Sugar preferences and ''side bias'' in cape sugarbirds and lesser double collared sunbirds.** Auk. 115:156–165, 1998.

KAMPHUES, J. Ernährungsbedingte störungen in der ziervogelhaltung - ursachen, einflüsse und aufgaben. [Nutrition-related disturbances in cage birds]. **Monatshefte für Veterinär Medizin,** v. 48, n. 2, p. 85-90, 1993.

KAMPHUES, J.; WOLF, P. **Energy and nutrient requirements of growing canaries, budgerigars, and lovebirds.** First Int Symp Pet Bird Nutr. 80, 1997a.

KAMPHUES J, OTTE W, WOLF P. **Effects of increasing protein intake on various parameters of nitrogen metabolism in grey parrots *(Psittacus erithacus erithacus)*.** In: Kamphues J, Wolf P, Rabehl N, eds. First Int Symp Pet Bird Nutr. 118, 1997b.

KAMPHUES J, WOLF P, RABEHL N. **Development of body composition in growing pet birds (canaries, budgerigars, and lovebirds).** In: Kamphues J, Wolf P, Rabehl N, eds. First Int Symp Pet Bird Nutr. p. 38, 1997c.

KASUYA, K.; KARAKIDA, T.; OKAWARA, Y.; KOBAYASHI, H. **Comparative studies of food intake and water balance following water deprivation in the budgerigar *(Melopsittacus undulatus)* and Japanese quail *(Coturnix coturnix japonica)*.** J Yamashina Inst Ornithol.19:89–102, 1987.

KEHOE, F.P.; ANKNEY, C.D. **Variation in digesta organ size among five species of diving ducks (Aythya spp.)** Canadian Journal of Zoology 63, 2339-2342, 1985.

KING, A.S.; McLELLAND, J. **Birds: Their Structure and Function.** 2nd edn. Baillière Tindall, London, 1984.

KLASING, K. C. **Comparative Avian Nutrition**. New York, NY: CAB International, 1998.

KLASIN, K. C. **Avian Gastrointestinal Anatomy and Physiology.** Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine, 8: 42-50, 1999.

KLEIBER, M. 1932. **Body size and metabolism.** Hilgardia 6(11):315-353.

KLEM, D.J.; FINN, S.A.; NAVE, J.H. **Gross morphology and general histology of the ventriculus, intestitnum, caeca and cloaca of the house sparrow *(Passer domesticus)*.** Proceedings of the Pennsylvania Academy of Science 58, 151-158, 1983.

KOUTSOS, E. A.; MATSON, K. D.; KLASING, K. C. **Nutrition of birds in the order Psittaciformes: a review.** J Avian Med Surg. v. 15, n.4, p. 257–75, 2001a.

KOUTSOS, E.A.; SMITH, J.; WOODS, L.; KLASING, K.C. **Adult cockatiels *(Nymphicus hollandicus)* undergo metabolic adaptation to high protein diets.** J Nutr.137:2014–2020, 2001b.

LABATO, M.A. **Nutritional management of the critical care patient.** In Kirk RW, Bonagura JD (eds): Current Veterinary Therapy XI. Philadelphia, PA, Saunders. p.117-125, 1992.

LARA, L.B. **Biodisponibilidade de aminoácidos em alimentos para papagaios *(Amazona aestiva)* adultos.** Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, UFLA, 179p. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2006.

LEANDRO, N. S. M.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; ORSINE, G. F.; ROCHA, A. **Efeito da granulometria do milho e do farelo de soja sobre o desempenho de codornas japonesas.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 30, n.4, p.1266-1271, 2001.

LLOYD P. **Sucrose concentration preferences of two southern African sunbirds.** Ostrich.60:134– 135, 1989.

LUMEIJ, J.T.; ZIJP, M.N.M.; SCHIPPERS, R. **The acceptance of a recently introduced extruded parrot food in The Netherlands.** Isr J Vet Med. 51:161–164, 1996.

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.

MACWHIRTER, P. Basic anatomy, physiology and nutrition. In: TULLY, JR, T.N.; LAWTON, M.P.C; DORRESTEIN, G.M.. **Avian Medicine.** Oxford: Reed Educational and Professional Publishing Ltd, cap.1, p. 14-24, 2000.

MAHDI, A.H.; McLELLAND, J. **The arrangement of the muscle at the ileo-caeco-rectal junction of the domestic duck *(Anas platyrhynchos)* and the presence of anatomical sphincters.** Journal of Anatomy, 161, 133-142, 1988.

MASSEY D.M, SELLWOOD E.H.B. **The amino-acid compostition of budgerigar diet, tissues and carcass.** Vet Rec. 72:283–287, 1960.

McNAB B.K**. Food habits and the basal rate of metabolism in birds.** Oecologia (Berl). 77:343 -349, 1988.

McNAB, B. K; SALISBURY, C. A. **Energetics of New Zealand's temperate parrots.** NZ J Zool. 22:339– 349, 1995.

MITCHELL, P.C. **On the intestinal tract of birds, with remarks on the valuation and nomenclature of zoological caracteres.** Transactions of the Linnean Society of London, Zoology 8, 173-275, 1991.

MUNN, C. A.; THOMSEN, J. B.; YAMASHITA, C. The hyacinth macaw. ***In:*** **Audubon Wildlife Report 1989/1990**. New York, p. 404-19, 1990.

MURPHY M.E. **Amino acid compositions of avian eggs and tissues-nutritional implications.** J Avian Biol. 25:27–38, 1994.

NAGY K.A. **Field metabolic rate and food requirement scaling in mammals and birds.** Ecol Monogr. 57:111–128, 1987.

NIR, I.; MELCIO, J. P.; PICARD, M. Effect of particle size of sorghum grains on feed intake and performance of young broilers. **Poultry Science**, Champaing, v.69, p.2177-2184, 1990.

NIR, I.; SHEFET, Y.; ARONI, G. **Effect of particle size on performance.** I. corn. Poultry Science, 73: pg. 45-49, 1994.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I. **Effect of particle size on performance: 3. Grinding pelleting interactions.** Poultry Scince, Champaing, v. 74, p. 771-783, 1995.

NITZKE, J.A. **Alimentus - alimentos e novas tecnologias na UFRGS,** 2000. Instituto de ciência e tecnologia de alimentos UFRGS – RS. Online. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/alimentus/feira/afeirahtm>. Acesso em: 10 de Mai.de 2015.

O'MALLEY, B**. Avian anatomy and physiology**. In Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species: Structure and function of mammals, birds, reptiles and amphibians, ed. O'Malley B, Elsevier Saunders, pp. 120-153, 2005.

PARSONS, C.M., L.M. POTTER; J. R.D. BROWN. **Effects of dietary protein and intestinal microflora on excretion of amino acids in poultry.** Poult Sci 61: 939-946, 1982.

PARSONS, C. M. **Broiler feed formulation on a digestible amino acid basis.** In: SYMPOSIUM PRE-CONGRESS - LATIN AMERICAN POULTRY CONGRESS, 12., 1991, Quito. Anais... Quito, p. 1-8, 1991.

PEREIRA, J.P. 2004. **Nutrição e Alimentação**. Boletim do Criadouro Campo das Caviúnas. Edição nº 14 de Abril de 2004.

PROCTOR, N.S; LYNCH, P.J. **Manual of Ornithology.** Yale university Press, New Haven, 1993.

QUESENBERRY, K.E; HILLYER, E.V. **Supportive care and emergency therapy.** In Ritchie BW, Harrison GJ, Harrison LR eds. Avian Medicine: Principles and Applications Lake Worth, FL: Wingers, p 382–416, 1994.

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

RESENDE, K.T. TEIXEIRA, I.A.M.A. FERNANDES, M.H.M.R. **Metabolismo de energia.** In: Nutrição de Ruminantes, 1ª ed, Jaboticabal: Telma Teresinha Berchielli, Alexandere Vaz Pires e Simone Gisele de Oliveira, cap 11, p. 311- 332, 2006.

RIBEIRO, A.M.L.; MAGRO, N.; PENZ, jr. A.M. **Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo.** Revista Brasileira de Ciência Avícola, v. 4, n.1, p. 047-053, 2002.

RICKLEFS, R.E. **Morphometry of the digestive tracts of some passerine birds.** Condor 98, 279-292, 1996.

RITCHIE, B. W.; HARRISON, G. J.; HARRISON L. R. **Avian medicine: principles and application**. Wingers Publishing, Inc, Florida, 1384 p. 1994.

ROBBEN, J.H.; LUMEIJ, J.T. **Comparative studies on parrot foods commercially available in The Netherlands.** Tijdschr Diergeneeskd.114:19-25, 1989.

ROBBINS, C.T. **Wildlife Feeding and Nutrition.** Academic Press, Inc. p.343, 1983.

ROBBINS, C.T. **Wildlife Feeding and Nutrition.** Second Edition. Academic Press, Inc. San Diego. p.352, 1993.

ROSSKOPF, W. J., WOERPEL, R. W. Pet avian conditions and syndromes of the most frequntly presented species seen in practice. **Veterinary Clinics of North America, Small Animal Practice.** v. 21, n. 6, p. 1189-211, 1991.

ROSSI JR, BARALDI-ARTONI SM, OLIVEIRA D, CRUZ C, FRANZO VS, SAGULA A**. Morphology of beak and tongue of partridge *Rhynchotus rufescens.*** Ciênc Rural. 2005; 35:1098-102.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO,L.F.T.; PAEZ,L.E.; et al. Uso da Proteína Ideal para Formular Dietas de Frangos de Corte. In: Seminário Técnico Ajinomoto Biolatina. 1º Dezembro 2006 – Brasil.

ROUDYBUSH, T.E.; GRAU, C.R. **Lysine requirements of cockatiel chicks.** *Proc 34th West Poult Dis Conf.* 34:113–115, 1985.

ROUDYBUSH, T.E.; GRAU, C.R. **Food and water interrelations and the protein requirement for growth of an altricial bird, the cockatiel *(Nymphicus hollandicus).*** J Nutr. 116: 552–559, 1986.

ROUDYBUSH, T.E, GRAU, C.R. **Cockatiel *(Nymphicus hollandicus)* nutrition.** J Nutrit, v.121, p.206. Supplementum 11, 1991.

SAAD, C.E.P. **Avaliação de alimentos e determinação das necessidades de proteína para manutenção de papagaios-verdadeiros *(A. aestiva)*.** 162f. Tese de Doutorado em Zootecnia - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG, 2003.

SAKURAI, F.; HAMAMATSU, M.; TAKAHASHI, R. et al. **Endogenous amino acids in budgerigars *(Melopsittacus undulatus).*** Exp Anim (Tokyo). 1998;47:189–194.

SAILAJA R, KOTAK V.C, SHARP PJ, SCHMEDEMANN R, HAASE E. **Environmental, dietary, and hormonal factors in the regulation of seasonal breeding in free-living female Indian roseringed parakeets *(Psittacula krameri).*** Horm Behav. 22:518–527, 1988.

SANTOS, N. G.; LIMA, T.O; MARQUES, L.O; MOTA, K.C.N.; LARA, L.B. **Curva e Crescimento do Papagaio Verdadeiro *(Amazona aestiva)* Alimentado Artificialmente do Primeiro ao 42º Dia de Vida.** In: 39º Congresso da Sociedade de Zoológicos e Aquários do Brasil, 2015, Foz do Iguaçu-PR. Resumos do Congresso SBZ, 2015.

SEIXAS, G. H. F. 2009. **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.** Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. (Tese de Doutorado em Ecologia e Conservação).

SEDGWICK, C.; PAKRAS, M.; KAUFMAN, G. **Metabolic scaling: Using estimated energy costs to extrapolate drug dosis between different species and different individuals of diverse body sizes.** Proc American Association of Zoo Veterinarians, p. 249-254, 1990.

SISSON, S.; GROSSMAN, J.D. **Anatomia dos animais domésticos.** 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1986.

STRONG, T.R.; REIMER, P.R.; BRAUM, E.J. **Avian cecal microanatomy – a morphometric comparison of 2 species.** Journal of Experimental Zoology, Suppl. 3, 10-20, 1989.

STRONG, T.R.; REIMER, P.R.; BRAUM, E.J. **Morphometry of the galliform cecum – a comparison between Gambel quail and the domestic fowl.** Cell and Tissue Research 259, 511-518, 1990.

TAVARES, H. L. **Alimentação e nutrição de animais silvestres nativos e exóticos cativos – O papel do Zootecnista.** In: Zootec 2009, Águas de Lindóia – SP, 2009.

TAYLOR, E.J.; NOTT, H.M.R.; EARLE, K.E. **Dietary glycine: its importance in growth and development of the budgerigar *(Melopsittacus undulatus).*** J. Nutr. 124: 2555S–2558S, 1994.

UHLENBROEK, C. **Animal life: secrets of the animal world revealed.** 11th ed. London: Dorling Kindersley; 2012.

ULLREY, D. E.; ALLEN, M. E. **Principles of zoo mammal nutrition.** In: FOWLER, M. E. ed. Zoo and Wild Animal Medicine. Philadelphia: W. B. Saunders. p. 516-32, 1986.

ULLREY, D.E; ALLEN, M.E; BAER, D.J. **Formulated diets versus seed mixtures for psittacines. J Nutr.**121: S193–S205, 1991.

UNDERWOOD, M.S; POLIN, D.; O'HANDLEY, P.; WIGGERS, P. **Short term energy and protein utilization by budgerigars fed isocaloric diets of varying protein concentrations.** *Proc Annu Conf Assoc Avian Vet*. 227– 237, 1991.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações em suíno e aves.** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1996. 5p. EMBRAPA-CNPSA. (Comunicado Técnico, 215), 1996.

ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; BRUM, P.A.R. de. **Granulometria do milho em rações fareladas para frangos de corte.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre, RS. Anais, SBZ, 1 CD–ROM, 1999.

ZANOTTO, D. L.; KRABBE, E. L.; ALBINO, J. J.; CARDOSO, L. S. 2013. **Granucalc: software de granulometria.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/972511/granucalc-software-de-granulometria>. Acesso em: 01 Nov. 2014.

ZISWILER, V. **Function and structure of the alimentary tract as na indicator of evolutionary trends.** Fortschritte der Zoologie, 130, 295-303, 1985.

ZISWILER, V.; FARNER, D.S. **Digestion and the digestive system.** In: Farner, D.S., King, J.R. and Parkes, K.S. (eds). Avian Biology, Vol. 2. Academic Press, New York, p.343-430, 1972.

WILLIAMS J.B, WITHERS P.C, BRADSHAW S.D, NAGY K.A. **Metabolism and water flux of captive and free-living Australian parrots.** Aust J Zool. 39:131–142., 1991.

WILLIAMS, B.A.; VAN OSCH, L.J.M.; KWAKKEL, R.P. **Fermentation characteristics of the caecal content of broiler chickens fed fine and coarse particle diets.** British Poultry Science, v.38, suppl., p.S41-S42, 1997.

WYNDHAM, E. Environment and food of the budgerigar *(Melopsittacus undulatus)*. **Australian Journal of Ecology.** v. 5, p. 47-61, 1980.

CAPÍTULO II – GRAUS DE MOAGEM DO MILHO EM DIETAS EXTRUSADAS SOBRE A DIGESTIBILIDADE, PALATABILIDADE E CARACTERÍSTICAS FECAIS DE PAPAGAIO-VERDADEIRO *(Amazona aestiva)*

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito de quatro diferentes granulometrias do milho moído em dietas extrusadas sobre a digestibilidade, palatabilidade e características fecais foram utilizadas 8 espécimes de papagaio-verdadeiro *(Amazona aestiva),* adultos (idade acima de 10 anos), machos e fêmeas, com peso médio de 400 g, clinicamente sadios, dóceis e adaptados ao cativeiro. As aves foram distribuídas em delineamento quadrado latino duplo (4 dietas tratamentos x 4 períodos), com 8 repetições por tratamento. Primeiramente somente o milho com inclusão de 74%, passou pelo processo de moagem em peneiras 0,8; 1,2; 2,6 e 4,2mm. As demais matérias-primas foram moídas em peneira 0,8 mm comumente utilizada em fábrica de rações. Em seguida, as dietas foram extrusadas gerando quatro tratamentos de diferentes granulometrias: 528, 575, 528 e 830,5 µm de diâmetro geométrico médio (DGM), respectivamente. As variáveis avaliadas foram o gasto diário de ração, sobras no comedouro, desperdício na bandeja, ingestão diária em gramas, coeficientes de metabolizabilidade aparente (CMA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo em hidrólise ácida (EEA), energia bruta (EB), EM e palatabilidade das dietas. Ainda, foi avaliada a matéria seca fecal (MSf), escore e cor fecal. Houve comportamento quadrático entre DGM e ingestão e sobras ($P<0,05$), havendo aumento na ingestão e redução nas sobras com o maior DGM. Não foi observado influência do DGM no gasto diário, porque a quantidade das dietas experimentais oferecida foi fixa. Não houve influência do DGM na EM das dietas e nas características fecais ($P>0,05$). O DGM influenciou de modo quadrático ($P<0,05$) o CMA da MS, PB, EB e EEA, ocorrendo aumento nessas variáveis com o maior DGM da dieta. As aves apresentaram maior razão de ingestão e primeira escolha pela dieta com 830,5 µm, em relação à dieta 528. Portanto, conclui-se que a maior granulometria da ração está relacionada à maior ingestão e preferencia alimentar, além do melhor aproveitamento dos nutrientes e energia da dieta.

Palavras- chave: digestibilidade, granulometria, nutrição de papagaios

CORN MILLING DEGREE IN DIETS EXTRUDED ABOUT THE DIGESTIBILITY, PALATABILITY AND FECAL FEATURES FOR BLUE-FRONTED PARROT *(AMAZONA AESTIVA)*

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of four different grain sizes of ground corn in extruded diets on digestibility, palatability and fecal characteristics were used 8 kite-true specimens *(Amazona aestiva)*, adults (above 10 years), male and female with an average weight of 400 g, clinically healthy, docile and adapted to captivity. The birds were distributed in Latin square design (four diets treatments x 4 periods), with 8 replicates per treatment. First, only the corn with inclusion of 74%, passed through the milling process sieves 0.8; 1.2; 2.6 and 4.2mm. The other raw materials were ground in a 0.8 mm sieve commonly used in feed mill. Then, the diets were extruded treatments generating four different particle sizes: 528, 575, 528 and 830.5 µm of geometric mean diameter (GMD), respectively. The variables were spent daily ration, remains in the feeder, waste in the tray, daily intake in grams apparent metabolizable coefficients (AMC) of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract in acid hydrolysis (EEA), gross energy (GE), MS and palatability of diets. Still, it was evaluated fecal dry matter (MSf), score and fecal color. There was a quadratic behavior between GMD and intake and leftovers ($P<0.05$), with an increase in intake and reduction in excess with the highest GMD. No influence was observed in the GMD daily spending, because the amount of offered diets was fixed. There was no effect of GMD in MS diets and in fecal characteristics ($P>0.05$). The GMD influenced quadratic manner ($P<0.05$) in AMC of DM, CP, EB and EEA, there was an increase in these variables with the highest dietary GMD. The birds showed higher intake of reason and first choice for the diet with 830.5 µm in relation to diet 528. Therefore, it is concluded that the largest particle size of feed is related to the increased intake and feed preference, and better use of nutrients and dietary energy.

Key words: digestibility, particle size, nutrition parrots

1. INTRODUÇÃO

O interesse pelos papagaios iniciou-se devido à capacidade desses animais imitarem a voz humana, aliado ao fato de possuírem belas plumagens, companheirismo e capacidades cognitivas e comunicativas. Essas características fazem com que os papagaios estejam entre as aves silvestres mais comercializadas no mundo. Em função disso, a partir de 1990, devido ao aumento da demanda, as indústrias começaram a produzir rações específicas para psitacídeos. Com isso, muitos zoológicos, mantenedores e criadouros, gradativamente estão substituindo os alimentos *in natura* por rações comerciais especificas para cada espécie, de modo a atender as necessidades nutricionais em cada fase de desenvolvimento de vida para a espécie.

Dentre as formas físicas de dietas produzidas para papagaios têm-se principalmente as extrusadas. O processo de extrusão consiste na cocção dos ingredientes da dieta sob pressão após moagem destes. Assim, o grau de moagem dos ingredientes pode influenciar a cocção da dieta e a digestibilidade dos nutrientes e, como consequência, a nutrição dos animais. Além disso, o tamanho das partículas determina o consumo de energia elétrica pelos equipamentos da fábrica, bem como, o rendimento de moagem. No entanto, pouco se sabe sobre a relação do consumo de matérias-primas moídas finamente e o tipo de processamento sobre a digestibilidade e a palatabilidade da dieta para psitacídeos.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o grau de moagem do milho em dietas extrusadas sobre a digestibilidade, palatabilidade e características fecais de papagaio-verdadeiro *(Amazona aestiva)*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, sob o protocolo de número 070/2015. Também foi aprovado pelo SISBIO (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade), concedendo autorizações para coleta de material biológico e para a realização de pesquisa em unidade de conservação federal, sob o número 50618-1 de 2015.

2.1. EXPERIMENTO I: ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE E CARACTERÍSTICAS FECAIS

2.1.1. Animais e alojamento

Foram utilizadas oito espécimes de papagaio-verdadeiro *(Amazona aestiva),* adultos

(idade acima de 10 anos), machos e fêmeas, com peso médio de 400 g, clinicamente sadios, dóceis e adaptados ao cativeiro. Os animais foram pesados no início e ao final do experimento e no início de cada período na fase de adaptação, visando obter os índices de gasto diário e ingestão. Os ensaios experimentais foram conduzidos na Fundação Parque Zoológico de São Paulo (FPZSP), localizado no bairro Água Funda na cidade de São Paulo-SP.

Em uma sala os animais foram alojados individualmente em gaiolas suspensas de aço galvanizado (70x40x60cm), sob as quais foi colocada uma bandeja para coleta de excretas e de desperdício de alimento. Foram colocados dois poleiros a 20 cm de altura nas regiões laterais da gaiola, ficando na região central um comedouro e um bebedouro. Foram mensuradas diariamente a temperatura e umidade relativa do ar no interior da sala, no período da manhã e a tarde, e as médias durante o período experimental foram de 23,7 °C e 70,2%, respectivamente.

2.1.2. Dietas experimentais

As dietas foram formuladas segundo as recomendações da AAFCO (1998) para a Ordem dos Psittaciformes. Provavelmente devido à insuficiência de informações sobre a nutrição de aves silvestres essas recomendações foram extrapoladas do NRC (1994) com base nos dados de experimentos para aves de produção, exigência questionável para o atendimento das necessidades das aves desta Ordem (SAAD et al., 2008).

As matérias-primas utilizadas nas dietas foram cedidas, moídas e extrusadas pela empresa Biotron zootécnica®. Para este estudo, primeiramente o milho com inclusão de aproximadamente de 74%, passou pelo processo de moagem em moinho de martelos utilizando-se peneiras com quatro diferentes tamanhos de furos (0,8; 1,2; 2,6 e 4,2mm). As demais matérias-primas foram moídas em peneira com tamanho de furo de 0,8 mm. Após essas moagens separadas, realizou-se a mistura de todas as matérias-primas de cada dieta experimental e, em seguida, foram extrusadas com um tamanho de extrusado de 4 mm.

As dietas extrusadas experimentais foram expressas segundo o diâmetro geométrico médio (DGM) obtido após as moagens do milho: 528, 575, 528 e 830,5 µm, respectivamente. Os ingredientes, composição química analisada e calculada das dietas estão apresentados na tabela1.

Tabela 1. Ingredientes, composição química analisada e calculada das dietas extrusadas experimentais para psitacídeos contendo quatro graus de DGM (% da matéria seca)

Ingredientes	Unid.	%			
Milho (7,8% PB)	%	74,00			
Farelo Soja (46% PB)	%	17,50			
Soja Integral Extrusada	%	3,00			
Premix vitamínico e mineral (Núcleo Cassab) [1]	%	3,00			
Óleo de Soja Refinado	%	2,20			
Sal Comum	%	0,30			
Composição química analisada (% na matéria seca)					
DGM	µm	528	575	628	830,5
Proteína bruta	%	16,07	16,23	16,30	16,91
Extrato etéreo em hidrólise ácida	%	4,64	4,67	4,56	4,42
Fibra bruta	%	1,67	1,62	1,69	1,68
Extrativos não nitrogenados	%	63,96	66,47	65,72	65,01
Matéria mineral	%	4,27	4,30	4,26	4,29
Energia bruta	kcal/kg	4643	4603	4641	4615
Composição química calculada (% na matéria seca)					
Lisina total	%	0,82			
Lisina Digestível – Aves	%	0,73			
Metionina Total	%	0,36			
Metionina Digestível – Aves	%	0,31			
Met. + CIS Digestível – Aves	%	0,54			

[1] Enriquecimento por kg de produto: Vitamina A (14.640 UI), Vitamina D (5.850), Vitamina E (187,5 mg), Vitamina k (6,51 mg), Vitamina B1 (3,69 mg), Vitamina B2 (9,75 mg), Vitamina B3 (49,74 mg), Vitamina B6 (27 mg), Biotina (1,02 mg), Vitamina B12 (16,80 mcg), Vitamina C (111 mg), Colina (1,35g), Ác. pantotenico (12,93 mg), Ác. Fólico (4,05 mg), Sódio (0,12%), Cloro (0,22%), Potássio (0,22%), Enxofre (0,02), Magnésio (0,03%), Ferro (93,08), Manganês (37,5 mg), Zinco (30,0 mg), Zinco quelato (27,0 mg), Cobre (8,4 mg), Iodo (1,68 mg), Selênio quelato (0,23 mg), Cromo (103 mcg).

2.1.3. Protocolo experimental e análises laboratoriais

Foram coletadas amostras de vários pontos de cada lote de milho moído nas respectivas peneiras, de modo a constituir uma amostra de aproximadamente 1 kg do milho. Essas amostras foram coletadas e embaladas em sacos plásticos devidamente identificados e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), com o objetivo de analisar o DGM e o desvio padrão geométrico (DPG) das partículas dos ingredientes de cada dieta experimental, de acordo com a metodologia descrita por Zanotto e Bellaver (1996).

Antes do inicio do experimento foram coletadas amostras das 4 dietas experimentais já extrusadas, as quais foram submetidas à análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo em hidrólise ácida (EEA), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), cálcio

(Ca) e fósforo (P) de acordo com a AOAC (1995). A energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica (Parr Instrument Co. model 1261, Moline, IL, USA).

Foi fornecido 50g de alimento/ave/dia em comedouro de barro diariamente às 08:00, por um período de 10 dias, sendo 5 dias de adaptação, seguidos de 5 dias de coleta total de excretas. A água foi oferecida *ad libitum* em bebedouro de louça.

Foi avaliado o gasto diário de ração total oferecida registrando-se o peso inicial das rações ofertadas menos à quantidade ingerida, o peso final das sobras no comedouro e o desperdício na bandeja. A ingestão propriamente dita foi obtida registrando-se o peso inicial das rações oferecidas menos o peso final das sobras no comedouro e o desperdício nas bandejas coletoras, conforme mostra a seguinte equação:

Gasto Diário Ofertado (g) = Ingestão (g) + Sobras (g, comedouro) + Desperdício (g, bandeja)

Ingestão (g/dia) = Gasto Diário Ofertado – Sobras (g, comedouro) - Desperdício (g, bandeja)

O ensaio de digestibilidade foi conduzido pelo método da coleta total de fezes, segundo as recomendações descritas por Sakomura e Rostagno (2007). As excretas foram coletadas e pesadas, duas vezes por dia, às 07:00h e 17:00h, tomando o cuidado de proceder à criteriosa de limpeza, retirando penas, extrusados de ração e lascas de madeira do poleiro. Estas foram armazenadas em potes plásticos individuais, previamente identificados, tampados e mantidos em congelador à temperatura de -10°C para posterior análise laboratorial. No final do período de coleta das excretas, foram descongeladas, homogeneizadas, compondo-se uma única amostra por gaiola e período. Posteriormente foram pesadas submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 55ºC durante 72 horas. Em seguida, as excretas foram moídas e analisadas para a MS, PB, EEA e EB. Todas as análises foram conduzidas em duplicata e repetidas quando variou mais de 5%.

Durante o período de coleta das excretas foram analisadas as características das excretas frescas, avaliando a consistência por meio de escore fecal e peso (CARCIOFI et al., 2006). A consistência fecal foi avaliada por meio de escore com graduação de 0 a 4, sendo o escore 0= fezes amolecidas com perda da forma tubular, não enrolada; 1= fezes amolecidas com perda mediana da forma tubular, não enrolada; 2= fezes medianamente amolecidas e tubulares, não enroladas; 3= fezes levemente amolecidas e tubulares, enroladas; 4= fezes sólidas e tubulares, enroladas. Considera-se normal valores entre 2 e 4 (LOUREIRO et al., 2013).

Com base nos resultados laboratoriais obtidos foram determinados os coeficientes de

metabolizabilidade aparente (CMA) das dietas, utilizando a equação proposta por Matterson et al., (1965): CMA% = [(nutriente ingerido – nutriente excretado)/ nutriente ingerido] x 100. Para o cálculo da energia metabolizável (EM), procedeu-se da seguinte equação:

EM (kcal/g) = EB (kcal/kg) ingerida na ração (MS) X %CMA EB / 100

2.1.4. Delineamento experimental e análises estatísticas

As oito aves foram distribuídas em delineamento quadrado latino duplo (4 x 4), sendo 4 dietas experimentais e 4 períodos, com oito repetições por tratamento. Cada dieta experimental foi fornecida para duas aves em cada período, de modo que ao término das repetições todas as aves consumiram todas as dietas experimentais.

Os dados foram previamente verificados quanto à sua normalidade (Shapiro-Wilk) e quando atendida essa premissa foram submetidos ä análise de regressão, considerando $P<0,05$. Os dados não paramétricos foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis ($P<0,05$).

2.2. EXPERIMENTO II: ENSAIO DE PALATABILIDADE

2.2.1. Animais e instalações

Foram utilizados oito papagaios-verdadeiros *(Amazona aestiva),* adultos (idade acima de 10 anos), com peso médio de 400 g, clinicamente sadios, dóceis e adaptados ao cativeiro, proveniente da Fundação Parque Zoológico de São Paulo (FPZSP), localizado no bairro Água Funda na cidade de São Paulo-SP. Os papagaios permaneceram alojados individualmente em gaiolas suspensas de aço galvanizado (70x40x60cm) na mesma sala que foi conduzido o experimento de digestibilidade.

2.2.2. Dietas experimentais

O ensaio de palatabilidade foi composto por um teste avaliando as dietas extrusadas com a moagem do milho em peneiras 0,8 e 4,2 mm, correspondente a 528 e 830,5 µm de DGM e 1,4 e 1,8 de DPG, respectivamente. Cada alimento foi fornecido em quantidade 30% superior da NEM segundo as recomendações mínimas sugeridas por Robbins (1983; 1993), conforme a seguinte equação: NEM (kcal/dia) = 130-160 x $(PV)^{0,75}$.

2.2.3. Procedimentos experimentais

O teste de palatabilidade foi avaliado por meio da mensuração da preferência

alimentar que consiste no consumo voluntário ou razão de ingestão e também por meio da primeira escolha (GRIFFIN, 2003). O teste de palatabilidade foi avaliado por dois dias consecutivos, nos quais foram fornecidos simultaneamente aos papagaios, uma vez ao dia às 8:00 h, dois comedouros identificados contendo as duas diferentes dietas a serem comparadas por um período de 24 horas. A metodologia foi baseada nos estudos de palatabilidade com gatos (FÉLIX et al., 2010), pois analogamente os papagaios consomem pequenas quantidades de alimento em várias frequências durante o dia.

As quantidades das dietas fornecidas e as sobras foram quantificadas para se calcular a preferência alimentar e a primeira escolha. A primeira escolha foi definida pelo registro do primeiro comedouro que o animal teve acesso durante a oferta simultânea das duas dietas. A posição relativa dos comedouros foi alternada durante o período experimental, de forma a não condicionar o animal ao local de alimentação. A preferência alimentar foi calculada com base no consumo (fornecido – sobras) relativo das dietas (A e B), conforme mostra a equação:

Razão de ingestão (%) = [g ingeridas da dieta A ou B/ g totais fornecidas (A + B)] x 100

2.2.4. Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado. Foram utilizados oito papagaios, totalizando 16 repetições (8 papagaios x 2 dias). Os dados de primeira escolha foram submetidos ao teste de Qui-quadrado e a razão de ingestão ao teste T-Student, ambos a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

3.1. EXPERIMENTO I: ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE E CARACTERÍSTICAS FECAIS

3.1.1. Digestibilidade

O gasto diário de ração ofertado foi fixo em 50 gramas em matéria natural/dia/animal e, por isso não foi influenciado pelo DGM. Não foi observado efeito do DGM em relação ao desperdício da dieta ($P>0,05$). No entanto, as sobras e a ingestão de ração se comportaram de maneira quadrática com o aumento do DGM da dieta ($P<0,05$). Assim, houve menor quantidade de sobras e maior ingestão diária voluntária por animal com o aumento do DGM da dieta, conforme ilustra a tabela 2.

Tabela 2. Gasto (g), sobras (g, comedouro), desperdício (g, bandeja) e ingestão (g) diária em base da matéria seca de papagaios alimentados com dietas com diferentes diâmetros geométricos médio (DGM)

DGM (µm)	Gasto Diário	Sobras	Desperdício	Ingestão
528	46,24	26,88	4,42	14,94
575	46,24	30,50	2,89	12,85
628	46,24	26,80	3,82	15,64
830,5	46,24	21,52	2,22	22,54
EPM	0,41	4,39	2,44	3,84
Probabilidades				
Linear	1,000	0,0037	0,2051	0,0000
Quadrática	1,000	0,0035	0,9777	0,0000

Gasto Diário (g) = Quantidade total ofertada de dieta por dia.
Gasto Diário (g) = Ingestão (g) + Sobras (g, comedouro) + Desperdício (g, bandeja).
Ingestão (g/dia) = Gasto Diário Ofertado – Sobras (g, comedouro) - Desperdício (g, bandeja).
EPM: erro padrão da média.

O DGM crescente das dietas resultou em aumento quadrático nos CMA da MS, PB, EEA e EB (P<0,001). Não houve diferença entre as dietas (P>0,001) para a EM e MSf (P>0,05, Tabela 3).

Tabela 3. Coeficientes de metabolizabilidade aparente (CMA, %) e energia metabolizável (EM, kcal/kg) de dietas com 4 diferentes graus de moagem do milho e matéria seca fecal (MSf, %).

DGM (µm)	DPG (µm)	CMA (%)				EM	MSf
		MS	PB	EEA	EB		
528	1,4	72,42	22,41	76,65	78,77	3598,2	23,95
575	1,4	71,56	22,60	76,56	77,57	3589,3	24,18
628	1,5	72,26	23,01	78,18	77,74	3608,7	25,10
830,5	1,8	75,78	27,65	80,89	80,08	3711,9	25,72
EPM		0,4	0,4	0,3	0,4	23,2	0,6
Probabilidades							
Linear		0,0003	0,0000	0,0000	0,1919	0,0851	0,2269
Quadrática		0,0007	0,0000	0,0000	0,0151	0,2246	0,8617

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EEA: extrato etéreo em hidrólise ácida; EB: energia bruta; MSf: matéria seca fecal; EM: energia metabolizável
DGM: diâmetro geométrico médio; DPG: desvio padrão geométrico.
EPM: erro padrão da média.
Equações de regressão: CMAMS (%) = 0,01x + 67,955 (R^2 = 0,831); CMAPB (%) =6E-05x2 - 0,0582x + 37,664 (R^2 = 0,9999); CMAEEA (%) = 0,0148x + 68,603 (R^2 = 0,9685); CMAEB (%) = 0,0064x + 74,452 (R^2 = 0,5421); EB (kcal/kg)) = 0,3069x + 3448 (R^2 = 0,486); EM (kcal/kg) = 0,4148x + 3361,4 (R^2 = 0,9346)

3.1.2. Características fecais

O escore das fezes não foi influenciado pelo DGM crescente das dietas para os papagaios adultos (P>0,05, Tabela 4).

Tabela 4. Medianas do escore fecal de papagaio-verdadeiro alimentados com dietas extrusadas contendo níveis crescentes de DGM

DGM (µm)	Escore fecal	Cor das fezes
528	2,4	Esverdeada
575	2,5	Esverdeada
628	2,5	Esverdeada
830,5	2,5	Esverdeada
Probabilidades	0,999	1,000

3.2. EXPERIMENTO II: ENSAIO DE PALATABILIDADE

Houve maior razão de ingestão e número de primeiras escolhas da dieta com 830,5 µm de DGM, em relação à dieta com 528 µm (P<0,05, Tabela 5).

Tabela 5. Número da primeira escolha ao comedouro e razão de ingestão (RI, média ± erro padrão) da dieta A em relação à dieta B em papagaios-verdadeiros

Dieta A vs. B	N[a]	RI da dieta A[b]
528 µm vs. 830,5 µm DGM	4	0,23 ± 0,05*

*Valor de P <0,05 para número de visitas à dieta A pelo teste qui-quadrado e RI pelo teste t-Student;
[a] Número de visitas ao alimento B é obtido por: 16 – n;
[b] RI: g ingeridas da dieta A ou B/ g totais fornecidas (A + B).

4. DISCUSSÃO

O tamanho das partículas dos ingredientes utilizados na fabricação de rações pode influenciar na digestibilidade dos nutrientes e na melhor resposta pelo animal. Além disso, o tamanho das partículas está muito relacionado com o consumo de energia elétrica pelos equipamentos, como no caso do moinho, como também no rendimento da moagem (ZANOTTO e BELLAVER, 1996). Em estudo de Nir et al. (1994) frangos alimentados com dietas com maior granulometria apresentaram redução da taxa de passagem do alimento da moela para os intestinos, ocasionando aumento de consumo, degradação mais lenta e maior absorção dos nutrientes. Os mesmos autores relatam que quando há possibilidade de escolha, as aves preferem as partículas maiores, sendo que os frangos de corte jovens preferem rações com partículas de DGM em torno de 700 e 900 µm.

Além do DGM, o DPG também deve ser considerado. Nir et al. (1995) relatam que quanto menor o DPG, melhor o desempenho dos frangos. Apesar disso, Ribeiro et al. (2002) concluíram que as maiores granulometrias também tiveram o maior DPG, porém esse fator não influenciou negativamente no desempenho dos frangos.

Segundo Dukes (2006) nas aves ocorre um movimento denominado antiperistaltismo, ou peristalse reversa, uma vez que os alimentos seguem em ambos os sentidos (cranial-caudal) no lúmen do TGI. Para o autor, esse movimento retrógrado ocorre em porções específicas do TGI como da moela para o proventrículo, do íleo proximal passando pelo jejuno, duodeno até o proventrículo e também do intestino delgado para o grosso, resultando em movimento do bolo da cloaca retornando aos cecos, quando presente, e íleo distal.

O maior tamanho de partículas resulta em menor taxa de passagem do alimento pelo TGI, aumentando o tempo de ação das enzimas digestivas sobre os nutrientes e sua absorção no intestino (BUENO, 2006).

No momento da alimentação dos papagaios deve se levar em consideração o hábito comportamental natural de manipular os alimentos. Com o oferecimento de rações extrusadas os papagaios manipulam os extrusados com os dedos, quebrando o mesmo com o bico e ingerindo pequenos pedaços até perder o interesse. Quando o extrusado é grande não ingere totalmente o alimento, resultando em consideráveis perdas, podendo cair dentro do comedouro e ser consumido depois ou cair na bandeja, aumentando os desperdícios. Normalmente as rações extrusadas comerciais apresentam um grande diâmetro de extrusado, próximo de 6-10 mm, onde os papagaios manipulam o alimento. Porém quando o tamanho do extrusado é pequeno provavelmente ocorrem menores sobras devido a maior ingestão e menores desperdícios.

Saad et al. (2007), avaliaram o gasto de ração total ofertada registrando-se o peso inicial das rações oferecidas menos o peso final das sobras no comedouro. Sendo assim, os autores propuseram a seguinte fórmula: Gasto diário = consumo + desperdício. Foi adaptado para esse estudo e sugerimos a seguinte equação para cálculo da quantidade total de ração ofertada: Gasto Diário (g) = Ingestão (g) + Sobras (g, comedouro) + Desperdício (g, bandeja). Ingestão (g/dia) = Gasto Diário Ofertado – Sobras (g, comedouro) - Desperdício (g, bandeja).

Portanto, ao calcular a necessidade de EM diária por ave (kcal/dia), e na sequência, a conversão desta em quantidade de alimento oferecido, deve-se considerar a relação direta

entre o tamanho de extrusado da ração e a ingestão calculada propriamente dita sobre as sobras no comedouro e principalmente o desperdício na bandeja coletora.

Saad et al. (2007), descrevem que os papagaios-verdadeiros alimentando-se com ração comercial extrusada para psitacídeos apresentaram um consumo diário ou ingestão voluntária de 26,80 g/ave/dia e gasto diário de 102,34 g/ave/dia na MS com 3628,1 de energia metabolizável aparente corrigida para o nitrogênio (EMAn), resultando em 82,93 g de desperdício/ave/dia na MS. No entanto, perceberam que há uma influência do extrusado da dieta em relação ao gasto diário de ração ofertada e desperdício pelas aves por dia.

No presente estudo avaliando dietas com 4 diferentes graus de moagem do milho em dietas extrusadas resultou na ingestão diária de 14,94, 12,85, 15,64 e 22,54 g com 3598, 3589, 3608 e 3711 de EM respectivamente. Verificou-se aumento da ingestão com o aumento do DGM da dieta. Como os extrusados apresentavam o mesmo diâmetro (4 mm) é provável que o aumento da ingestão com o aumento do DGM do milho esteja relacionado à melhoria da digestibilidade da dieta. Esses dados para a ingestão corroboram com os encontrados por Carciofi (1996) utilizando papagaios-verdadeiros, com o mínimo de 12,40 e máximo de 19,1g por ave por dia, trabalhando com uma dieta com 5940 kcal/Kg de EB na MS.

Nesse estudo foi observado que mesmo com o diâmetro do extrusado de 4mm, considerado pequeno ou adequado, os papagaios realizaram a manipulação com o bico e com a língua, porém resultando em poucos desperdícios de alimento na bandeja coletora.

Loureiro et al., (2013) em estudo com papagaio-verdadeiro, avaliando o efeito do grau da moagem de todas matérias-primas em peneiras 0,5 e 2,0 mm, gerando duas dietas extrusadas com 289 e 367 µm de DGM, não encontraram diferença no consumo e no CMA da MS.

Saad et al. (2007), trabalhando com rações extrusadas A e C para psitacídeos encontraram baixos CMA da PB, resultando em 36,07% e 37,52%, respectivamente, não diferindo entre si. Corroborando com esses resultados os papagaios do presente estudo também apresentaram baixos CMA da PB das dietas (22,41; 22,60; 23,01 e 27,65%, respectivamente). No entanto, o maior DGM da dieta promoveu aumento no CMA da PB. Coon (1991) relata que a formulação de rações com base em aminoácidos totais é menos eficiente devido às diferenças na digestibilidade destes aminoácidos em cada alimento. Portanto, o desconhecimento da quantidade real de aminoácidos digestíveis nos diferentes

alimentos utilizados na formulação pode acarretar em sub ou superconsumo de aminoácidos, afetando, consequentemente, a produção ou a lucratividade na produção.

Saad et al. (2007), em estudo sobre duas dietas extrusadas A e C para papagaios-verdadeiros, com níveis de 6,03 e 11,20% de EE, obteve um CDA para o EEA de 70,45 e 73,23% na MS, respectivamente. Acredita-se que as matérias-primas das rações extrusadas A e C foram moídas em peneiras comumente utilizadas com 0,6 até 0,8mm, principalmente a ração extrusada C que é comercial. Os dados encontrados neste experimento para o CDA do EEA foram semelhantes, porém destacando a dieta moída em peneira 4,2mm, com 830,5 µm de DGM, obtendo 80,89% de CDA do EEA na MS.

O fato das fábricas de rações adotarem peneiras para a moagem das matérias primas com tamanho de furos menores que 1,0mm é obter por extrusão uma boa expansão, grau de gelatinização, qualidade e formato do extrusado, superfície lisa e cantos arredondados. Características que vão primeiramente de encontro com a percepção do proprietário do animal e depois com o processo de produção, economia de energia na moagem grosseira, fisiologia do TGI e metabolizabilidade pela ave.

Em estudo com rações extrusadas para psitacídeos A e C, Saad et al.,(2007) não encontraram diferença nos CMA da EB que foram de 75,78% e 77,30%, respectivamente. Também não diferiram os resultados de EM das dietas, que foram de 3456,0 e 3743,0 kcal/kg. Corroborando com esses resultados, nesse estudo foram obtidos CMA da EB de 78,77; 77,57; 77,74 e 80,08%, respectivamente.

Além da digestibilidade, as características das excretas também são importantes variáveis a serem consideradas na avaliação da qualidade dos alimentos oferecidos para os papagaios. Os proprietários em função da crescente alternativa de ter essas aves como pet dentro dos lares, buscam alimentos no mercado que proporcionem excretas menos volumosas, mais consistentes e de menor odor. No entanto, sabe-se que o aspecto, a consistência e a cor variam de acordo com a espécie da ave, a anatomorfisiologia do TGI e o alimento ingerido (WERTHER, 2008). No entanto, aves de pequeno porte apresentam maior metabolismo e maior frequência de evacuações, produzindo pequenas quantidades de excretas e muitas vezes fluidas e pegajosas, semelhante à diarreia. (TULLY, 2009). Por exemplo, o periquito-australiano evacua de 25 a 50 vezes por dia. Um papagaio (Amazona sp.) elimina diariamente cerca de 15 a 20 evacuações por dia, enquanto que uma arara apresenta de 8 a 12 evacuações por dia (STAHL e KRONFELD,1998). A redução na

frequência e no volume de excretas pode indicar menor ingestão de alimentos, redução no trânsito ou até obstrução do TGI. Logo, o pouco volume de excretas e ressecadas pode indicar disfagia ou falta de água e alimento. Aves com maior taxa de passagem do alimento, como aves aquáticas e tucanos, eliminam normalmente excretas sem formato específico e com muito líquido, às vezes, até com restos dos alimentos mal digeridos (WERTHER, 2008).

Os pigmentos biliares dão às fezes uma tonalidade esverdeada (KLASING,1999). As excretas normais para aves são constituídas por fezes esverdeadas a marrom, juntamente sai à urina que é a parte líquida geralmente transparente e límpida com cristais de ácido úrico na forma de uratos de cor branca (WERTHER, 2008). Além disso, o aspecto das fezes pode ser reflexo da saúde intestinal do animal. No presente estudo verificou-se que com o aumento do DGM das dietas extrusadas não influenciou no escore e na cor das fezes.

Esse estudo avaliando a palatabilidade das dietas por papagaio-verdadeiro foi o pioneiro verificando por meio da razão de ingestão a preferência alimentar e consumo entre as dietas com 528 vs 830,5 µm de DGM. Os resultados comprovam que das 16 observações, 12 foram consumir primeiramente a ração com 830,5 µm de DGM e somente 4 observações foram primeiro consumir a ração com 528 µm de DGM. Resultando uma média da razão de ingestão de 0,23 e 0,77 para as dietas com 528 vs 830,5 µm de DGM, respectivamente. Não se sabe ao certo o motivo da preferencia das aves pelos extrusados de maior DGM, merecendo este fator ser melhor estudado.

5. CONCLUSÃO

Concluiu-se que para as aves silvestres, como os papagaios-verdadeiros, não é necessário à moagem fina dos ingredientes, procedimento usualmente empregado em rações comerciais extrusadas, principalmente nas rações para cães e gatos. Inclusive há aumento na metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo com o aumento da granulometria do milho da dieta de 528 à 830,5 μm de DGM. Ainda, o maior DGM da dieta extrusada, com tamanho de 4mm de extrusado, proporciona aumento na ingestão e redução das sobras pelas aves, sem alterar as características das excretas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis**. 16ª. ed., Washington, D.C. 1995.

AAFCO - Association of American Feed Control Officials, 2003**. Dog and cat nutrient profiles. Official Publications of the Association of American Feed Control Officials Incorporated.**, Oxford, IN, USA.

BUENO, F. L. **Efeito da forma física, granulometria (DGM) e adição de óleo em dietas iniciais de frangos.** Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Curitiba-PR: Universidade Federal do Paraná, p.56, 2006.

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.** 1996.104f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

CARCIOFI, A. C.; DUARTE, J. M. B.; MENDES, D.; OLIVEIRA, L.D. **Food Selection and Digestibility in Yellow-Headed Conure *(Aratinga jandaya)* and Golden-Caped Conure *(Aratinga auricapilla)* in Captivity.** American Society for Nutrition. J. Nutr. v.136, n. 2, p. 2014S–2016S, 2006.

COON, C. N. **Optimizing ingredient utilization through a better understanding of amino acid bioavailability.** In: TECHNICAL SYMPOSIA, 1991, Aruba. Proceedings... Aruba: NOVUS INTERNATIONAL, 1991. p. 11-40.

DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos.** 12ª Ed. RJ. Guanabara Koogan, 2006.

GRIFFIN, R.W. **Palatability testing: parameters and analysis that influene test conclusions.** In: Kvamme, J.L., Phillips, T.D. (Eds.), Petfood Technology. Watt Publishing, Mt. Morris, p.187 -193, 2003.

KLASING K.C. **Comparative Avian Nutrition**. New York, NY: CAB International, 1998.

KLASING, K.C. **Avian Gastrointestinal Anatomy and Physiology.** Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine, 8: 42-50, 1999.

LOUREIRO, B.A.; PRADO, P. L.; BALLESTERO, M. C. M.; JUDICE MARIA, A.P.; SÁ, F. C; CARCIOFI, A.C. **Granulometria dos ingredientes de alimento extrusado e digestibilidade e parâmetros fecais de papagaio- verdadeiro *(Amazona aestiva).*** In: V Congresso Internacional sobre nutrição de animais de estimação e XII Simpósio sobre nutrição de animais de estimação, 2013, Valinhos. V Congresso internacional e XII Simpósio sobre nutrição de animais de estimação. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2013.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTS, M. W.; SINGSEN, E. P. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens.** Storrs: Connecticut, the University of Connecticut.

Agricultural Experiment Station, Research Report, n. 7, 11p., 1965.

NIR, I.; SHEFET, G.; ARONI, Y. **Effect of particle size on performance.** 1. Corn. Poultry Science, v.73, p.45-49, 1994.

NIR, I.; HILLEL, R.; PTICHI, I.; SHEFET, G. **Effect of particle size on performance.** 3. Grinding pelleting interactions. Poultry Science, v.74, p.771-783, 1995.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry.** 9. Ed. Washington: National Academy Press, 155 p., 1994.

RIBEIRO, A.M.L.; MAGRO, N.; PENZ, Jr. A.M. **Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo.** Revista Brasileira de Ciência Avícola, v. 4, n.1, p. 047-053, 2002.

ROBBINS, C.T. **Wildlife Feeding and Nutrition.** Academic Press, Inc. p.343, 1983.

ROBBINS, C.T. **Wildlife Feeding and Nutrition.** Second Edition. Academic Press, Inc. San Diego. p.352, 1993.

SAAD, C.E.P.; FERREIRA, W.M.; BORGES, F.M.O.; LARA, L.B. **Avaliação do gasto e consumo voluntário de rações balanceadas e semente de girassol para papagaios verdadeiros *(Amazona aestiva).*** Cienc. Agrotec, Lavras, v. 31, n.4, p.1176-1183, jul/ago., 2007.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástriscos.** FUNEP. Jaboticabal – SP. 283 p., 2007.

STAHL, S.; KRONFELD, D. **Veterinary nutrition of large psittacines.** Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine, 3: 128-134, 1998.

TULLY, T.N. **Chapter 10: Birds.** In: Manual of Exotic Pet Practice, ed. Mitchell MA & Tully TN, Elsevier Saunders, Missouri, pp. 250-257, 2009.

WERTHER, K. **Semiologia de Animais Silvestres.** In: FEITOSA, F. L. F. Semiologia Veterinária: a Arte do Diagnóstico. 2. Ed. São Paulo: Cap. 15, pg. 727-729, Roca, 2008.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVER, C. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações em suíno e aves.** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1996. 5p. EMBRAPA-CNPSA. (Comunicado Técnico, 215), 1996.

ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; BRUM, P.A.R. de. **Granulometria do milho em rações fareladas para frangos de corte.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre, RS. Anais, SBZ, 1 CD–ROM, 1999.

ZANOTTO, D. L.; KRABBE, E. L.; ALBINO, J. J.; CARDOSO, L. S. 2013. **Granucalc: software de granulometria.** Disponível em: <www.embrapa.br/busca-de- publicacoes/-/publicacao/972511/granucalc-software-de-granulometria>. Acesso em: 01 Nov. 2014.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há milhares de anos desde o Egito o ser humano capturava os animais silvestres de vida livre e os mantinham em seus templos como símbolo de força, poder e laser. Quanto mais selvagem e raro era o animal, maior era o status perante a sociedade. Devido a essas características o Brasil é considerado um dos países mais ricos em biodiversidade. No entanto, existem animais presentes nas regiões brasileiras que podem ser extintos em poucas décadas. Segundo estudos, o Brasil lidera o ranking de espécies de aves em extinção sendo a Indonésia o segundo país. Um dos motivos que levam o interesse pelos psitacídeos são as características que os papagaios possuem de imitarem a voz humana, aliada as belas plumagens de variadas cores, companheirismo e capacidade cognitiva. Essas características tenham ganhado cada vez mais lugar na sociedade, tornando a espécie um dos principais animais de estimação e entre os mais comercializados no mundo. Podendo ter origem tanto de um criatório legalizado pelo IBAMA ou infelizmente através do tráfico ilegal. Nunca financie e alimente o tráfico de animais, a não ser que você comprar de um criatório com permissão para essa finalidade. O comércio ilegal de animais silvestres é a terceira atividade clandestina que mais movimenta dinheiro sujo, perdendo apenas para o tráfico de drogas e armas.

Dentre às inúmeras pressões que levam os animais à extinção, os zoológicos modernos e criatórios científicos estão deixando de ser simplesmente vitrines de animais, para contribuírem com importantes pesquisas e aplicação de programas nas áreas de comportamento, reprodução, medicina preventiva, nutrição e alimentação de animais silvestres, que dão grandes contribuições para a manutenção e conservação de espécies tanto em vida livre, quanto em cativeiro sob os cuidados humanos.

Sabendo que o sucesso dos programas de conservação está diretamente relacionado à nutrição e alimentação adequada, proporcionando maior imunidade, resistência a doenças, maiores índices reprodutivos e principalmente maior longevidade. No entanto daquela época até o século XXI, poucos foram os avanços referentes aos estudos sobre as necessidades nutricionais de psitacídeos silvestres.

Devido à insuficiência de informações sobre a nutrição de aves silvestres a AAFCO (1998) recomenda um perfil nutricional de dieta para a Ordem dos Psittaciformes adultos em manutenção criados em cativeiro, através da extrapolação das recomendações do NRC (1994), que tem como base os dados de experimentos para aves de produção, com o

objetivo de produzir carne e ovos, exigência a qual é questionável para o atendimento das necessidades das aves silvestres desta Ordem (SAAD et al., 2008).

Antigamente as fábricas de rações produziam basicamente três tipos de formas físicas da ração comercial para aves silvestres, entre elas as farelas, peletizadas e extrusadas. As fareladas pouco são adotadas devido às inúmeras desvantagens, como permitir a seleção de tamanho de partículas, acarretando grande desperdício por perdas no comedouro e, por serem pulverulentas, favorecendo a incidência de doenças respiratórias. As rações peletizadas consiste na compactação de ingredientes sob temperatura, umidade e pressão, formando pequenas unidades chamadas peletes. Esse processamento minimiza os problemas deparados das rações fareladas, mas apresentam desvantagens na inclusão de alguns nutrientes e formatos do pelete. A ração extrusada é caracterizada pelo processamento e cozimento dos ingredientes, porém em maior intensidade sob alta pressão, umidade e temperatura, em um curto espaço de tempo. Este processo propicia aumentar o valor energético ao aumentar a digestibilidade do alimento, além de melhorar a palatabilidade da ração. Outra vantagem é a flexibilidade em relação ao controle da textura, densidade (grau de expansão) e formato do alimento.

Os produtos extrusados podem ser oferecidos em diversas formas e tamanhos, o que traz vantagens também em relação à atratividade. Todas essas vantagens destacam o processo de extrusão como vantajoso, em relação aos processos mais tradicionais na fabricação de rações, tornando a ração extrusada a forma atualmente mais usual em rações comerciais para aves silvestres, como também para cães, gatos e peixes. Embora a adoção do grau de moagem e tamanho de partículas das matérias-primas seja processada de acordo com os estudos científicos para cada espécie.

Conforme comprovado nesse trabalho a adoção de tamanho de furos da peneira de 4,2 mm na moagem do milho, resultando em 830,5 µm de DGM, o que proporcionou maior preferência alimentar, ingestão e metabolizabilidade da MS, PB e EE. Embora notou-se que a extrusão com o maior DGM afetou um pouco na qualidade do extrusado, tornando a textura rugosa e com pontas. Entretanto, não se sabe o porquê da maior preferencia alimentar, pode ter sido devido a maior palatabilidade ou da textura rugosa. Devendo ser realizados novos estudos sobre os possíveis benefícios da ingestão de alimentos extrusados com partículas maiores sobre a eficiência no processo de fabricação de rações extrusadas, saúde do trato gastrointestinal e respostas metabólicas para aves silvestres. É importante no mercado

nacional e internacional a inclusão de boas rações, que atendam economicamente ao proprietário e que, primariamente, atendam as necessidades nutricionais e as preferências de palatabilidade das aves que as consumirão.

As principais dificuldades enfrentadas no desenvolvimento desse estudo foi primeiramente encontrar uma fábrica de ração idônea e segundo que tivessem quatro diferentes tamanhos de peneiras para a moagem do milho. Chegou ao ponto de algumas empresas doarem as matérias-primas para esse estudo alegando as dificuldades de encontrar as peneiras, justificando por não ser comum ter em estoque, e outras relatando a dificuldade de extrusar, produzindo um extrusado com superfície rugosa. Após vários meses pesquisando pessoas e empresas, contactamos a empresa Biotron Zootécnica® que assumiu essas dificuldades juntamente com a equipe desse estudo, conseguiram encontrar as quatro diferentes peneiras e, além disso, doaram todas as matérias primas utilizadas para a produção das 4 dietas extrusadas experimentais com diferentes graus de moagem do milho.

Outros fatores limitantes, porém importantes, foram os tramitem dos documentos burocráticos para submissão e realização de pesquisa na Fundação Parque Zoológico de São Paulo. Tais documentos foram desde o preenchimento do formulário de análise inicial, inscrição do projeto de pesquisa, em seguida, e encaminhados para ser analisado pelos chefes das áreas envolvidas, setor de nutrição animal, setor das aves, departamento de veterinária, departamento de pesquisas aplicadas e núcleo de análises clínicas. Em seguida, depois de uma pequena recomendação de mudança, foi pré-aprovado, e encaminhado para ser analisado pela Diretoria e também pelo Conselho Orientador da Fundação. Após passar pelas análises dessas instâncias, o projeto realmente foi aprovado com unanimidade.

Houve também a dificuldade da execução desse estudo que envolvia animais silvestres e dentro de uma unidade de conservação. Para isso, o trabalho foi submetido ao SISBIO (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade), concedendo autorizações para coleta de material biológico e para a realização de pesquisa em unidade de conservação federal. Sem essa autorização era impossível iniciar o estudo. Em seguida também foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Referente às metodologias aplicadas nesse trabalho que tinha como objetivo avaliar a digestibilidade das dietas extrusadas com quatro graus de moagem do milho foi utilizada a

metodologia da coleta total das excretas, segundo as recomendações de Sakomura e Rostagno (2007). Associado a coleta total das excretas, foi realizada uma breve revisão das metodologias de alguns trabalhos publicados de digestibilidade com papagaios e estas consistiam em duas coletas por dia. Porém essa metodologia adaptada para o nosso trabalho apresentou algumas limitações principalmente de tempo e mão de obra. Sugerimos para trabalhos futuros a aplicação de metodologias alternativas para a avaliação da digestibilidade do nutriente por meio da coleta parcial de excretas utilizando indicadores internos ou externos. Também sugerimos um período de adaptação maior que cinco dias, tratando-se de papagaios que estavam acostumados a consumir em sua dieta original no zoológico uma variedade e quantidade de frutas e ração extrusada comercial. Esse período consiste na adaptação no consumo de somente ração e têm a finalidade de estabelecer as condições de equilíbrio dentro do trato gastrointestinal da ave. Em seguida, recomendamos também um período de coleta de excretas maior que cinco dias para a mensuração do alimento ingerido e do excretado, com a finalidade de obter maior quantidade de amostra para enviar para análise química laboratorial.