UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

FONTES E NIVEIS DE FIBRA NA DIETA DE FRANGAS DE POSTURA COMERCIAL

Discente: Ana Flávia Basso Royer
Docente: Prof. Dr. José Henrique Stringhini

GOIÂNIA
2019

sistema de bibliotecas ufg

PRPG
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO

UFG

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **[ ] Dissertação** **[X] Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: ANA FLÁVIA BASSO ROYER

Título do trabalho: FONTES E NIVEIS DE FIBRA NA DIETA DE FRANGAS DE POSTURA COMERCIAL

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [ ] NÃO[1]

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Assinatura do(a) autor(a)[2]

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)[2]

Data: 25 / 06 / 2019

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.
Casos de embargo:
- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

[2] A assinatura deve ser escaneada.

ANA FLÁVIA BASSO ROYER

FONTES E NIVEIS DE FIBRA NA DIETA DE FRANGAS DE POSTURA COMERCIAL

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás como pré-requisito para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração:
Produção Animal

Linha de Pesquisa:
Interface entre desempenho produtivo, reprodutivo, aspectos genéticos e ambientais na produção animal.

Orientador:
Prof. Dr. José Henrique Stringhini
Co-orientador:
Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia

Comitê de orientação:
Prof. Dr. Marcos Barcellos Café
Profª. Drª. Fabyola Barros de Carvalho

GOIÂNIA
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

ROYER, ANA FLÁVIA BASSO
FONTES E NIVEIS DE FIBRA NA DIETA DE FRANGAS DE POSTURA COMERCIAL [manuscrito] / ANA FLÁVIA BASSO ROYER. - 2019.
15, 113 f.: il.

Orientador: Prof. José Henrique Stringhini; co-orientador Marcos Barcellos Café; co-orientador Rodrigo Garófallo Garcia.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Goiânia, 2019.

Inclui tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Fibra dietética. 2. Aves de Postura. 3. Desempenho. 4. Comportamento . 5. Bem estar. I. Stringhini, José Henrique, orient. II. Título.

CDU 635

ATA NÚMERO **22** DA SESSÃO DE JULGAMENTO DA DEFESA DE **DOUTORADO** DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA DA ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, realizada por **ANA FLAVIA BASSO ROYER.** Aos **01/03/2018** a partir das **14h00min**, na sala de Reuniões do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, nesta Capital, realizou-se a sessão pública de Defesa de Doutorado apresentado (a) pelo (a) Pós-Graduando (a) **ANA FLAVIA BASSO ROYER,** intitulada "**Fontes e níveis de fibra na dieta de frangas de postura comercial**", para obtenção do **Título de Doutor em Zootecnia,** junto à Área de Concentração: **Produção Animal** desta Universidade. Os trabalhos foram instalados pelo (a) Presidente da Comissão Julgadora, Orientador (a) **Prof. Dr. José Henrique Stringhini**, com a participação dos demais membros da Banca Examinadora **Profa. Dra. Fabiana Ramos dos Santos – IFG-Rio Verde/GO**; **Prof. Dr. Bruno Moreira dos Santos – FUGoyases**; **Profa. Dra. Michele Laboissière – UEG/GO** e **Dra. Januária da Silva Santos**. Iniciando os trabalhos, o Presidente concedeu a palavra ao (a) candidato (a) **ANA FLAVIA BASSO ROYER** para exposição em **cinquenta** minutos do seu trabalho. A seguir, o senhor Presidente concedeu a palavra, pela ordem, aos demais membros da banca, os quais passaram a arguir o (a) candidato (a), durante o prazo máximo de **trinta minutos,** assegurando-se ao mesmo, igual prazo para responder aos Senhores Membros da Banca Examinadora. Ultimada a arguição, que se desenvolveu nos termos regimentais, a Comissão, em sessão secreta, expressou seu Julgamento, considerando o (a) candidato (a) APROVADA **(Aprovado/Reprovado)** pelos seus membros. Proclamados os resultados da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar lavrou-se a presente ata que, após lida e achada conforme vai assinada pelos membros da Banca Examinadora.

BANCA EXAMINADORA	**ASSINATURA**
Prof. Dr. José Henrique Stringhini (Orientador(a))	
Profa. Dra. Fabiana Ramos dos Santos – IFG-Rio Verde/GO	
Prof. Dr. Bruno Moreira dos Santos – FUGoyases	
Profa. Dra. Michele Laboissière – UEG/GO	
Dra. Januária da Silva Santos	

A Banca Examinadora aprovou a seguinte alteração no título da tese:

_____

_____

_____

_____

A meus pais e familiares,
Meus alunos e amigos,
Aos Mestres,
Aos animais,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, minha força, minha razão e meu apoio.

A meus pais, Àurea Pimenta Basso Royer e Irineu Nelson Royer, por me permitirem escolher e sonhar. Meus exemplos de dignidade e perseverança. Minha irmã Ana Laura Royer e cunhado Odenilson da Silva, por cuidarem de tudo na minha ausência. Minhas sobrinhas Ana Eduarda Royer e Marya Rosa Royer. Aos familiares que torceram por essa caminhada.

A Ednéia Gonçalves Escalhon (*in memorian*), Rômulo Gonçalves e Hellen Mayara Gonçalves por ser minha família sul matogrossense, com apoio, incentivo, moradia, alegria e carinho.

A Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, por permitir a realização desse trabalho em suas instalações. Sobretudo, ao professor Rodrigo Garófallo Garcia, que possibilitou essa parceria, emprestando instalações, disponibilizando alunos para o período experimental e atuando como coorientador dessa pesquisa. Aos professores que emprestaram equipamentos e laboratórios: Fabiana Caldara, Fabiana Cavichiolo, Alexandre Fernandes, Ana Carolina Amorin Orrico, Fernando Miranda, Nestor Zarate, Cíntia Eyng. Aos técnicos de laboratório: Adriana Hirata, Elda Silva, Taiany Saravy, Arlene Ventura. Aos funcionários terceirizados que auxiliaram a pesquisa e trataram com carinho e respeito os animais.

A Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás e ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, pelo aprendizado e amizades que me proporcionaram. Aos professores Eliane Miyagi, Fabyola Carvalho, Marcos Barcellos Café, Aldi Fernandes França, Maria Lúcia Gambarini, Nadja Mogyca Leandro, Emmanuel Arnhold, Melissa Selaysim Di Campos, Romão da Cunha Nunes, pelo conhecimento e respeito compartilhado. Aos funcionários do aviário de corte, postura e fábrica de ração. Ao técnico e colega de pós graduação Éder Fernandes, por toda ajuda em análises e consideração.

Em especial ao professor José Henrique Stringhini, meu orientador. Pela disponibilidade e confiança. Principalmente, pela paciência com a minha ausência e muitos dos meus atrasos e pelo respeito ao meu trabalho. A finalização desse trabalho é resposta de seu humanismo e incentivo. Termino esse período uma profissional e pessoa melhor.

Aos colegas e amigos do PPGZ: Poliana Martins, Aleane Barbosa, Pedro Rezende, Patrícia Antonio, Adesvaldo Júnior, José Tiago Neto, Kíria Caroline, Genilson Bezerra, Fabíola Lino, Mayra Marchesi, Camila de Carvalho, Thaisa Campos, Reginaldo Jacoveti, Deborah Carvalho, Barbara Lemos, Tiago Pereira, Cannigia Lacerda.

A Faculdade Anhanguera de Dourados pela parceria e contribuição na pesquisa. Sobretudo, aos alunos do curso de Medicina Veterinária, técnicos de laboratórios: José Leonel Bonardi, Rosangela Ioris, Ivan Moreno Heberle e aos professores Mariana Beloni e Cezesmundo Ferreira Gomes.

As amigas do coração Maria Juliana Lacerda, Januária Santos, Thaiane Araújo e Larissa Paula Gomides. Aos "irmãos" Bruno Moraes, Elizama Rodrigues "Liz", Stanley Centurion "kbeça", com quem compartilhei as aventuras, tristezas e orações. A Vera Lúcia, Núbia Cristina e Surya Macário (Grupo de dança *Nature*), a trajetória foi mais emocionante com vocês. Francielen Santi, Valdecir Alves e Helo, pelo apoio, torcida e por meu nome sempre estar em suas orações.

Aos amigos e alunos de Vilhena-Rondônia, com especial abraço a Francieli Amanda e Jamille, pelos anos de espera na rodoviária por minha chegada ou partida. Aos alunos da FCA/UFGD (Bonde) que trabalharam sem horário e dia: Agnes, Marcio, Willian, Weliton, Jaqueline, Rafael, Lorena e Gabriela. Especialmente, Lucas Brasileiro e Tássia Bevilaqua, por cuidar de tudo na minha ausência, cuidarem de mim e organizar a minha "bagunça". Débora Manarelli e Karl, Erick e Danila, o apoio de vocês foi imprescindível. Aos estagiários do Colégio Agrícola Castro Alves, indispensáveis para o desenvolvimento do trabalho.

Aos "gordenhos" Luiz Fernando de Souza Alves e Rosana Rodrigues Bicas. Com vocês posso ser a pessoa que não sabe fazer contas, não sabe as horas e quer jantar as cinco da tarde. Obrigada pelo café que consertou muita coisa. A Manoelina, José e Vitor Hugo Bicas, por me receberem em casa como filha.

Aos amigos e alunos do Instituto Federal do Mato Grosso do Sul, campus de Nova Andradina, pela torcida, compreensão e incentivo.

A FAPEG, Nutrial Alimentos de Goiânia, Mercoaves Comércio de Aves Ltda, de Caxias do Sul – RS. Otavio Antonio Rech da DSM Nutrional e Tiago Santos da AB Vista a division of AB Agri Ltda.

Obrigada.

“Minha trajetória é marcada por conquistas, minha arma foi a Fé! Minha esperança é regada por lembranças que o tempo não levou...”
Deus do secreto - Ministério Sarando a Terra Ferida.

O segredo é ter fé em Deus.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 17
1. INTRODUÇÃO 17
2. REVISÃO DA LITERATURA 18
2.1. DESENVOLVIMENTO DA POEDEIRA 18
2.2. FIBRA DIETÉTICA 21
2.2.1. Celulose 25
2.2.2 Lignina 27
2.2.3. Hemicelulose 32
2.2.4. Pectinas 34
2.3. DETERMINAÇÃO DAS FRAÇÕES DE FIBRA DIETÉTICA 36
2.4. FIBRA NA ALIMENTAÇÃO DE AVES 38
2.4.1 Viscosidade 42
2.4.2 Microbiota 44
2.5. Fontes de Fibra na Alimentação de Aves 45
2.5.1 Farelo de trigo 46
2.5.2. Bagaço de cana 47
2.6. COMPORTAMENTO E BEM ESTAR DE AVES DE PRODUÇÃO 48
2.6.1.Avaliação de repertório comportamental de aves por imagens de vídeos 52
3. REFERÊNCIAS 54
CAPÍTULO 2. FONTES E NÍVEIS DE FIBRA NA FASE DE CRIA DE FRANGAS DE POSTURA COMERCIAL 66
1. INTRODUÇÃO 68
2. MATERIAL E MÉTODOS 69
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 74
3.1. DESEMPENHO E DESENVOLVIMENTO CORPORAL 74
3.2. COEFICIENTE DE METABOLIZABILIDADE DO BAGAÇO DE CANA E FARELO DE TRIGO: 78
4. CONCLUSÃO 79
5. REFERÊNCIAS 79
1. INTRODUÇÃO 86
2. MATERIAL E MÉTODOS 87
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 93
3.1. COMPORTAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DO BEM ESTAR NO PERÍODO DE CRIAÇÃO: 93

4. CONCLUSÃO 97
5. REFERÊNCIAS 98
CAPÍTULO 4. FONTES E NÍVEIS DE FIBRA DIETÉTICA PARA FRANGAS DE POSTURA COMERCIAL NAS FASES DE CRIA E RECRIA 101
1. INTRODUÇÃO 103
2. MATERIAL E MÉTODOS 104
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 112
3.1. DESEMPENHO E DESENVOLVIMENTO CORPORAL: 112
3.1.1. Desempenho na fase de cria e recria: 112
3.1.2. Peso relativo e medidas de órgãos: 117
3.1.3. Desenvolvimento de órgãos reprodutivos e idade ao primeiro ovo: 121
3.2. COEFICIENTE DE METABOLIZABILIDADE DO BAGAÇO DE CANA E FARELO DE TRIGO: 122
4. CONCLUSÃO 125
5. REFERÊNCIAS 125
CAPÍTULO 5 128
CONSIDERAÇÕES FINAIS 128

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

TABELA 1 -	Composição percentual e nutricional das dietas experimentais na fase de cria I (1-6 semanas de idade)	70
TABELA 2 -	Composição em frações da parede celular das fontes de fibra (Bagaço de Cana: BC e Farelo de Trigo: FT) utilizadas nas formulações das rações experimentais	71
TABELA 3 -	Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), peso médio (PM) e conversão alimentar (CA) total de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (0 a 6 semanas de idade)	75
TABELA 4 -	Peso relativo de carcaça (CA), intestino total (ITT), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), ceco (CE), moela (MO), pâncreas (PA) e fígado (FI) de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (0 a 6 semanas de idade)	76
TABELA 5 -	Comprimento intestino total (CITT), comprimento intestino delgado (CPID), comprimento intestino grosso (CMPIG), ceco (CCE), comprimento de moela (CMO), largura de moela (LMO) de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (0 a 6 semanas de idade)	77
TABELA 6 -	Coeficientes de Metabolizabilidade (%) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) para poedeiras leves alimentadas com fontes de fibra: bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) e com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (0-6 semanas de idade)	79

CAPÍTULO 3

TABELA 1 -	Composição percentual e nutricional das dietas experimentais na fase de cria I (1-6 semanas de idade)	88
TABELA 2 -	Composição em frações da parede celular das fontes de fibra (Bagaço de Cana: BC e Farelo de Trigo: FT) utilizadas nas formulações das rações experimentais	89
TABELA 3 -	Percentual de comportamentos observados em poedeiras na fase de cria, aos 21 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis e fontes de fibra bruta na dieta.	94
TABELA 4 -	Percentual de comportamentos observados em poedeiras na fase de cria, aos 42 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis e fontes de fibra bruta na dieta.	94
TABELA 5 -	Determinação das condições de bem estar de poedeiras com 21 dias de idade a partir das inferências das atividades e sua importância no desenvolvimento animal	97
TABELA 6 -	Determinação das condições de bem estar de poedeiras com 42 dias de idade a partir das inferências das atividades e sua importância no desenvolvimento animal	97

CAPÍTULO 4

TABELA 1 -	Composição percentual e nutricional das dietas experimentais na fase de cria I (1-6 semanas de idade)	106
TABELA 2 -	Composição percentual e nutricional das dietas experimentais na fase de recria I (7-12 semanas de idade)	107
TABELA 3 -	Composição percentual e nutricional das dietas experimentais na fase de recria II (13 a 18 semanas de idade)	108
TABELA 4 -	Composição em frações da parede celular das fontes de fibra (Bagaço de Cana: BC e Farelo de Trigo: FT) utilizadas nas formulações das rações experimentais	109
TABELA 5 -	Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), peso médio (PM) e conversão alimentar (CA) total de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (4 e 6 semanas), recria I (7- 12 semanas), recria II (13-18 semanas de idade).	114
TABELA 6 -	Peso médio (P) semanal de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (0 a 6 semanas), recria I (7-12 semanas), recria II (13-18 semanas)	116
TABELA 7 -	Peso relativo de carcaça (CA), peito (PE), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), ceco (CE), moela (MO), pâncreas (PA) e fígado (FI) de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (4 e 6 semanas de idade)	118
TABELA 8 -	Peso relativo de carcaça (CA), peito (PE), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), ceco (CE), moela (MO), pâncreas (PA) e fígado (FI) de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de recria (12 e 18 semanas de idade)	119

TABELA 9 -	Comprimento intestino total (CITT), comprimento intestino delgado (CPID), comprimento intestino grosso (CMPIG), ceco (CCE), comprimento de moela (CMO), largura de moela (LMO) de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (4 e 6 semanas de idade) e recria (12 e 18 semanas de idade)	120 xii
TABELA 10 -	Comprimento (cm) de oviduto (CO) e peso relativo (%) de ovário (OVA), oviduto (OVI) e gordura abdominal (GA) de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (12 e 18 semanas de idade)	121
TABELA 11 -	Coeficientes de metabolizabilidade (%) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) para poedeiras leves alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (4 e 6 semanas) e recria (12 e 18 semanas de idade)	124

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 1 -	Fórmula estrutural de um monossacarídeo	23
FIGURA 2 -	Formação de um hemiacetal	23
FIGURA 3 -	Representação da ciclização da glicose em que o aldeído	24
FIGURA 4 -	Fórmula química da celulose	26
FIGURA 5 -	A unidade básica de fenilpropano	27
FIGURA 6 -	Modelo de estrutura da Lignina	28
FIGURA 7 -	Modelo de estrutura da Lignina Rota do ácido chiquímico responsável pela geração dos precursores da lignina	29
FIGURA 8 -	Rota do ácido cinâmico	29
FIGURA 9 -	Biossíntese dos precursores das ligninas	30
FIGURA 10 -	Representação de unidades de *p*-hidroxifenila , guaiacila e siringila	31
FIGURA 11 -	Açúcares que compõem as unidades de hemicelulose	33
FIGURA 12 -	Representação esquemática da hemicelulose	34
FIGURA 13 -	Estrutura geral das substâncias pécticas	36

CAPÍTULO 3

FIGURA 1 -	Percentual de comportamentos observados pelas aves aos 21 dias de idade classificadas pela ordem de importância de atividades para o desenvolvimento animal	96
FIGURA 2 -	Percentual de comportamentos observados pelas aves aos 42 dias de idade classificadas pela ordem de importância de atividades para o desenvolvimento animal	96

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 3

QUADRO 1 -	Comportamentos obtidos mediante amostragem de todas as freqüências	90
QUADRO 2 -	Classificações dos intervalos de comportamentos que visam às necessidades essenciais a vida e ao conforto	92

FONTES E NIVEIS DE FIBRA NA DIETA DE FRANGAS DE POSTURA COMERCIAL

Resumo: As fibras dietéticas constituem parte significativa de todas as dietas vegetais e variam na quantidade e na estrutura nos diferentes ingredientes. Tem destaque na formulação de rações para a avicultura de postura, visto os benefícios no desenvolvimento dos sistemas digestivo e reprodutivo e no comportamento das frangas de reposição. Contudo, o conhecimento da relação da fibra e aproveitamento de nutrientes precisa ser melhor elucidada na nutrição de aves de postura, sobretudo na qualidade de ovos, fontes e níveis ótimos de inclusão nas dietas comerciais. Assim, objetivou-se avaliar a inclusão de fibra bruta na dieta de poedeiras leves na fase de cria e recria, sobre características de desenvolvimento ponderal e corporal, desenvolvimento de órgãos digestivos, reprodutivos e comportamento. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO, utilizando-se 300 pintainhas da linhagem Bovans White, em delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2x2+1, sendo dois níveis de fibra bruta na dieta (3,0% e 3,5 % de FB) duas fontes de fibra (farelo de trigo e bagaço de cana) e um tratamento testemunha (ração base de milho e farelo de soja), totalizando cinco tratamentos, com seis repetições de 10 aves cada na fase de cria. Foram avaliados padrões de comportamento e bem estar. A utilização de fibra bruta na alimentação de frangas não alterou o comportamento das aves, mas melhorou as condições de bem estar. O experimento II foi realizado na Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO, utilizando-se 300 pintainhas da linhagem Bovans White, em delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2x2+1, sendo dois níveis de fibra bruta na dieta (3,0% e 3,5 % de FB) duas fontes de fibra (farelo de trigo e bagaço de cana) e um tratamento testemunha (ração base de milho e farelo de soja), totalizando cinco tratamentos, com seis repetições de 10 aves cada na fase de cria. Foram avaliados o desempenho, peso relativo de carcaça e órgãos, digestibilidade da MS, PB, FDN e FDA. A inclusão de 3,0 % fibra bruta e farelo de trigo melhora o desenvolvimento dos intestinos das aves. O uso de bagaço de cana melhora a digestibilidade da fibra em detergente neutro da dieta. O experimento II foi realizado na Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS, utilizando-se 360 pintainhas da linhagem Bovans White criadas a partir da 1ª semana de idade até a 18ª semana, em delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2x2+1, sendo dois níveis de fibra bruta na dieta (3,0% e 3,5 % de FB) duas fontes de fibra (farelo de trigo e bagaço de cana) e um tratamento testemunha (ração base de milho e farelo de soja), totalizando cinco tratamentos, com seis repetições de 12 aves cada na fase de cria e 10 aves na fase de recria. Foram avaliados o desempenho, peso relativo de carcaça e órgãos, digestibilidade da MS, PB, FDN e FDA. O uso de bagaço de cana prejudica a metabolizabilidade das dietas, sobretudo com a utilização de 3,0% de FB. Contudo, na recria das aves o uso desse alimento aumenta o tamanho do intestino grosso, moela e oviduto. E o uso do farelo de trigo, com a inclusão de 3,0 e 3,5% de FB, reduz a idade ao primeiro ovo.

Palavras-chaves: bem estar, cria, desempenho, recria.

SOURCES AND LEVELS OF FIBER IN COMMERCIAL LAYING HENS DIET

Abstract: Dietary fibers constitute a significant part of all vegetable diets and vary in amount and structure in different ingredients. Has featured in the formulation of feed for poultry, seen the benefits in the development of the digestive and reproductive systems and on the behaviour of birds. However, knowledge of the relationship of the fiber and nutrient utilization needs to be better understood in poultry nutrition, especially in the quality of eggs, and optimal levels of inclusion in commercial diets. Thus, the objective of evaluating the inclusion of crude fiber in the diet of laying hens in light creates, recreates, about weight and body development characteristics, development of digestive organs, and reproductive behavior. The experiment was conducted at the Federal University of Goias, Goiania – GO, using vipul Bovans White line 300, in completely randomized design with factorial arrangement 2 x 2 +1, being two levels of crude fiber in the diet (3.0% and 3.5% from FB) two sources of fiber (wheat bran and bagasse) and a treatment witness (feed corn and soybean meal), totaling five treatments, with six repetitions of 10 birds in each stage of builds. We evaluated patterns of behavior and well-being. The use of crude fiber in the feeding of birds did not change the behavior of the birds, but improved the conditions of well-being. The experiment was carried out at the Federal University of Goiás, Goiânia – GO, using vipul Bovans White line 300, in completely randomized design with factorial arrangement 2 x 2 +1, being two levels of crude fiber in the diet (3.0% and 3.5% from FB) two sources of fiber (wheat bran and bagasse) and a treatment witness (feed corn and soybean meal), totaling five treatments, with six repetitions of 10 birds in each stage of builds. We assessed the performance, carcass and organs relative weight, digestibility of DM, CP, NDF and FDA. The inclusion of 3.0% crude fiber and wheat bran improves the development of intestines of birds. The use of bagasse improves the digestibility of dietary neutral detergent fiber. The experiment II was held at Universidade Federal da Grande Dourados, gilded-MS, using 360 White Bovans line vipul created from the first week of age until the 18th week, in completely randomized design with factorial arrangement 2x2+1, being two levels of crude fiber in the diet (3.0% and 3.5% FB) two sources of fiber (wheat bran and bagasse) and a treatment witness (feed corn and soybean meal), totaling five treatments, with six repetitions of each birds in 12 creates and 10 birds in rearing phase. We assessed the performance, carcass and organs relative weight, digestibility of DM, CP, NDF and FDA. The use of bagasse damages metabolizabilidade of diets, especially with the use of 3.0% FB. However, on the birds that use rebuilds food increases the size of the large intestine, gizzard and oviduct. And the use of wheat bran, with the inclusion of 3.0 and 3.5% FB, reduces the age at first egg.

Keywords: Welfare, creates, performance, recreates.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação com aspectos fisiológicos e nutricionais de poedeiras, sobretudo no desenvolvimento e qualidade de frangas de reposição. Cuidados importantes no alojamento, manejo e nutrição são requeridos na fase de cria e recria das fêmeas assim como a busca pelo peso ideal das aves para iniciar a postura[1].

Contudo, visando garantir condições corporais para a expressão do potencial genético das aves[2] adotam-se comumente programas alimentares estabelecidos a partir da influência direta percebida pela ingestão de nutrientes no ganho de peso e desenvolvimento fisiológico das aves, principalmente na fase de crescimento[3]. Para tal, a adoção de programas de alimentação que reduzem os níveis nutricionais da dieta em resposta ao crescimento da ave, tem possibilitado a adição de alimentos fibrosos para manutenção dos níveis energéticos da ração, evitando peso excessivo para o início da fase de postura. O hábito de ingestão de dietas com alto teor em fibras tem sido universalmente difundido nos últimos anos devido aos seus efeitos benéficos sobre o aparelho digestório, onde regulariza o trânsito intestinal, reduz a consistência do bolo fecal, melhora a fermentação do conteúdo intestinal e o trofismo da mucosa do cólon[4].

Soma-se a este fato, que as características de desenvolvimento e produção de frangas de reposição e poedeiras, nos últimos anos, o que aumentou a preocupação com o bem-estar dos animais e isso tem provocado mudanças na avicultura no mundo todo[5], sobretudo em sistemas de criação de aves criadas em gaiolas. Dietas com alto ter de fibra insolúvel também estão sendo apresentadas como alternativa à redução de comportamento de canibalismo em aves de postura, já que o aumento de fibra na dieta altera a taxa de passagem gastrointestinal e o conteúdo de nutrientes no lúmen intestinal incentivando o retorno das aves ao comedouro e consumo de alimento, reduzindo o tempo em ócio e consequente bicagem de crista e penas de aves vizinhas [6,7].

Assim, objetivou-se avaliar a inclusão de fibra bruta na dieta de frangas de postura comercial na fase cria e recria, sobre características de desenvolvimento ponderal e corporal, desenvolvimento de órgãos digestivos e reprodutivos, comportamento e de bem estar.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. DESENVOLVIMENTO DA POEDEIRA

A cada nova geração, as poedeiras são mais precoces, consomem menos alimento, produzem mais, com ovos de maior tamanho e valor comercial. São descartadas tardiamente, com idades superiores a 80 e chegando a 100 semanas, porém, o fato de permanecerem mais tempo em produção, exige bom desenvolvimento da franga nos períodos de cria e recria. Isso se justifica porque as aves com deficiências no desenvolvimento corporal durante as fases iniciais de desenvolvimento resultam em poedeiras menos produtivas e que produzem ovos de menor tamanho[8].

A produção de ovos depende do desenvolvimento da fêmea, sobretudo do sistema reprodutor, que nas aves é composto pelo ovário e oviduto. A formação do ovo inicia-se no ovário e, por um processo lento, com duração média de 24 a 26 horas, tendo como suporte muitos órgãos e sistemas que auxiliam na transformação dos nutrientes absorvidos provenientes da dieta[9]. O ovário produz o ovócito e fabrica a gema no seu interior, a partir de matérias primas sintetizadas no fígado[10]. Contudo, as galinhas só apresentam um ovário desenvolvido: o esquerdo. Particularidade relacionada principalmente a ação direta de estrógeno e do hormônio anti-Mülleriano (AMH), que age causando a regressão dos ductos de Müller durante o desenvolvimento embrionário[11]. Porém, no ovário e oviduto esquerdos a ação do AMH é bloqueada pela ligação do estrógeno a receptores nucleares específicos (REα), produzidos em grandes quantidades pelas células dessas estruturas, o que os protege do processo de regressão causado pelo AMH[12].

O ovário, dentre suas principais funções, produz hormônios esteróides, essenciais para o crescimento e função do trato reprodutivo. A progesterona atua na secreção de albúmen e indução do pico de LH, os estrogênios atuam na síntese da gema pelo fígado, mobilizações de cálcio dos ossos medulares para a glândula da casca e os hormônios androgênios atuam em características sexuais secundárias (crista e barbela)[10]. Macari et al.[5] explicam que em na fêmea de um dia, o ovário consiste em milhões de oócitos formados na embriogênese, tendo cada um deles o potencial de se tornar gema de um ovo. Porém, nem todos sofrem ovulação, participando do desenvolvimento da ave com a produção de esteróides no ovário e no estágio primário de desenvolvimento, são capazes de produzir progesterona, estrógenos e andrógenos.

O ovário funciona como uma glândula secretora de óvulos e cada óvulo é envolto por uma capa membranosa (folículo) que se rompe para permitir a ovulação[9], que comumente respeita uma hierarquia folicular definida pelo tamanho do folículo, em que folículos maiores do que 8 mm de diâmetro, sendo o primeiro maior folículo presente classificado em F1, destinado a ovulação do próximo dia, o segundo maior (F2) para o dia após, e assim por diante. Sendo numerados na sequência e, à medida que ocorre a ovulação, o folículo anterior evolui na hierarquia[5]. O oviduto é a região por onde o óvulo irá passar e onde serão incorporadas as demais estruturas do ovo. As estruturas consistem no infundíbulo, magno, istmo, útero e vagina[9], que apresentam a função de secretar e adicionar proteínas, carboidratos, íons e água ao ovo/ovócito durante a sua passagem até a cloaca, sendo nesse trajeto adicionados sucessivamente a albumina, as duas membranas da casca e a casca[10].

O início do desenvolvimento da capacidade produtiva de uma poedeira é dependente de uma série de situações. Stringhini et al. [6] citaram algumas características que podem ser observadas em aves que entram em período produtivo, como: alterações no peso corpóreo da ave, desenvolvimento de crista e espaço pélvico. Contudo, medidas como a quantificação da gordura abdominal, deposição de gordura peitoral e púbica, peso do peito, ovários e ovidutos, hormônios sexuais e o comportamento da ave também podem estar relacionadas com o desenvolvimento produtivo.

Neme et al.[7] expõem que além dessas características, mudanças na composição corporal das aves com o avançar da idade, também está relacionada aos sinais fisiológicos iniciais do desenvolvimento do sistema reprodutivo, sendo um indicativo complementar da maturidade sexual das aves. Os autores ainda descrevem a partir dos resultados obtidos em suas pesquisas, que o aproveitamento dos nutrientes da dieta e deposição de proteína corporal, ocasionou uma alteração no metabolismo das aves, que passaram a destinar gradualmente boa parte da energia ingerida para acúmulo de gordura corporal, compondo-se, assim, a reserva de energia necessária para o início da vida reprodutiva, sendo assim considerada como um fator crítico para o início da puberdade das galinhas[13,14].

Na fase inicial de desenvolvimento (01 a 06 semanas de idade), quando ocorre o crescimento visceral, são definidos os tamanhos dos órgãos internos das aves, que resultarão na estrutura corporal das fêmeas para produção. Na fase de 7 a 12 semanas, ocorre crescimento ósseo da ave e na fase de 13 a 18 semanas o desenvolvimento final do aparelho reprodutor[15]. Na fase de pré-postura, percebe-se além da variação de peso e

manifestação de características sexuais secundárias, o incremento no depósito de cálcio medular; formação do oviduto, aparecimento dos primeiros ovos e aumento no tamanho e atividade do fígado[6]. Uma vez que o início da idade reprodutiva da fêmea implica em maior atividade desse órgão para a síntese da gema a ser depositada no ovário, que também aumenta seu peso relativo, e juntos sinalizam o desenvolvimento reprodutivo da fêmea[16].

O peso da ave de reposição pode influenciar no desempenho e na formação da galinha de postura, tendo diferença de desempenho, aves com pesos médios distintos no início da fase de recria, onde frangas com peso acima da média esperada possuem melhores resultados de desempenho e maior precocidade de postura[7]. No entanto, a densidade nutricional, o peso corpóreo e sua influência na fase reprodutiva é variável, e somente algumas vezes o peso da ave pode ser um indicativo de maturidade sexual [6]. A idade ao primeiro ovo, por exemplo, é um dado importante, pois caracteriza a maturidade sexual e pode ser influenciada pela idade e composição corporal das fêmeas, mas principalmente pelas características genéticas da linhagem[17, 18]. Em resposta a um processo contínuo de melhoramento genético das aves de postura, maior é a tendência a essa precocidade dos lotes, reduzindo conseqüentemente o tempo disponível para a formação de uma franga capaz de sustentar a sua capacidade de produção de ovos[19].

A poedeira pode atingir 82% do seu peso adulto em 15 semanas, sendo que a proteína é depositada, principalmente, nos músculos e no trato digestivo[20,21] e o fornecimento do nível adequado de proteína torna-se indispensável para que a ave possa desempenhar suas funções metabólicas de forma potencializada[22]. Já a gordura é depositada no tecido intramuscular e normalmente, o nível de exigência de energia serve como ponto de partida para a formulação de dietas, servindo de base para a fixação dos níveis de outros nutrientes, como proteína bruta, ácidos graxos e minerais[23]. De acordo com Lima Neto et al. [16], a exigência de energia pode variar de acordo com o estágio fisiológico da ave (crescimento, postura), desempenho, temperatura ambiental e eficiência de utilização dos nutrientes da dieta, tanto para seu desenvolvimento, quanto para deposição in ovo.

Da 16ª à 22ª semana, a proteína é depositada para garantir o crescimento normal do ovário e oviduto, enquanto a gordura é depositada no abdômen[20,21]. Preconiza-se a busca pelo peso ideal à maturidade produtiva com reservas suficientes para suportar a fase de postura[23], visto que para atender às exigências nesta fase, as dietas de recria e de pré-postura devem atender variações de peso corporal de até 400 a 500 gramas em duas

semanas na vida da poedeira, pois o peso alcançado pelas aves na fase de pré postura poderá influenciar o desempenho da poedeira[6].

O período de crescimento deve ter objetivos nutricionais para produção de aves saudáveis com um peso corporal ideal, sendo possível adicionar alimentos fibrosos, como farelo de trigo, na dieta de galinhas a fim de manter a baixa densidade energética da dieta, evitando o excesso de ganho de peso[16]. Porém, em quantidades elevadas a fibra pode diminuir a ingestão de energia, um aumento na velocidade de trânsito da digesta e uma redução na digestibilidade de nutrientes[24]. Além disso, Rodriguez et al.[25] relataram que maiores níveis de fibra na dieta de aves podem reduzir a absorção de cálcio no intestino, resultando em hipocalcemia de sangue, que podem contribuir para a redução do desenvolvimento e resistência óssea.

No entanto, alguns estudos têm sugerido essa inclusão moderada de fibra na dieta pode ter benefícios sobre o desenvolvimento do trato digestivo e eficiência alimentar durante a fase de crescimento das aves[24]. Braz et al.[17] avaliaram que o maior nível de fibra utilizado na ração (18,50% de FDN) de poedeiras foi o que apresentou menor peso corporal ao final da fase de crescimento. Entretanto, diferente do esperado, a influência do nível de FDN da ração no peso corporal das frangas não foi suficiente para prejudicar significativamente a maturidade sexual das aves. Efeitos da alimentação na fase de crescimento foram estudados por Barros et al.[26] e mostraram que uma diferença entre 3 e 5% no peso corporal das frangas ao final desse período podem ser compensados na fase subsequente, não afetando o desempenho no período total de produção.

2.2. FIBRA DIETÉTICA

As fibras são encontradas na parede celular dos vegetais e fornecem o suporte físico necessário para o crescimento das plantas[27]. Constituem parte significativa de todos os ingredientes de origem vegetal que compõem as rações e variam quanto à quantidade e estrutura nos diferentes materiais[2,28]. A fibra dietética inclui teoricamente, componentes que não são digeríveis, sobretudo para animais monogástricos. Apesar de não atender exigências nutritivas de forma direta, se constitui em elemento importante para estimular os movimentos peristálticos do intestino[29,30].

A fibra dietética que também é denominada fibra alimentar[31] pode ser definida de duas formas:

- uma química que considera a fibra como uma soma de polissacarídeos não amiláceos e lignina (celulose, hemicelulose, lignina e polissacarídeos não amiláceos solúveis como as arabinoxilanas e beta-glucanas, além das pectinas)
- uma fisiológica, que considera todos os componentes da dieta resistentes à degradação por enzimas endógenas dos animais, podendo incluir os oligossacarídeos [32].

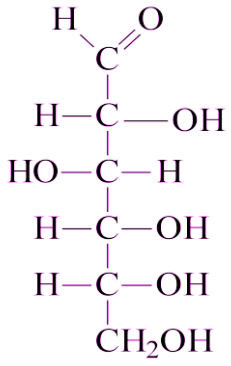
Bach Knudsen[33] definem a fibra como a mistura complexa de polímeros de carboidratos - polissacarídeos não amiláceos e oligossacarídeos - associados com outros componentes que são resistentes à digestão enzimática no trato gastrointestinal de humanos e animais e, como resultado, chegam intactos até o cólon, servindo como substrato para fermentação bacteriana[34,35,36]. Incluem qualquer polissacarídeo amiláceo ou não, que alcança o intestino grosso sem sofrer digestão no intestino delgado, incluindo amido resistente e polissacarídeos não amiláceos (PNAs)[35].

Os polissacarídeos consistem em polímeros de monossacarídeos ou açúcares simples (Figura 1) unidos por uma ligação específica chamada ligação glicosídica, formada por um grupo hemiacetal de um açúcar (Figura 2) e o grupo hidroxila do outro, sendo classificados por suas propriedades físico-químicas e estruturais[37].

Os polissacarídeos não amiláceos originam-se a partir da união de moléculas de D-glicose - A designação D (Dextrogiro) refere-se à posição do grupo OH à direita do átomo C assimétrico mais distante do grupo aldeído; quando acontece o contrário, isto é, o grupo OH encontra-se à esquerda do carbono 5, designa-se como L (Levogiro) - que se formam após a ciclização da glicose e posicionamento da hidroxila com ligações glicosídicas do tipo ß 1,4 (Figura 3)[38,39].

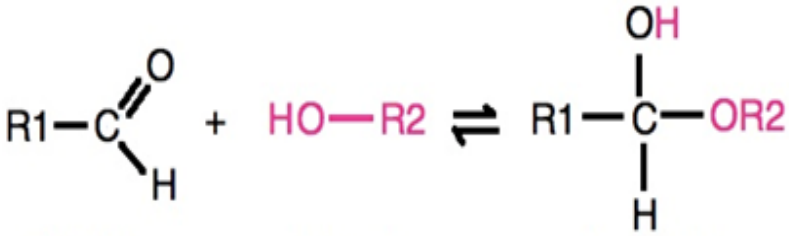
A ligação beta resulta na rotação de 180 graus do plano de unidades alternadas de glicose resultando em uma cadeia molecular balanceada que torna possível para a molécula de cadeia linear a capacidade de se orientar em estruturas fibrosas e cristalinas de alta resistência à tensão, ao contrário das moléculas de amilose que assumem formas espirais e não formam fibras sob condições normais[40].

Essa especificidade da ligação entre os monossacarídeos interfere na digestibilidade da fibra por aves e suínos, pois, com exceção das ligações α 1-4 e α 1-6 do amido, α 1-2 entre a frutose da sacarose, ß 1-4 entre a glicose e a galactose da lactose, e a α 1-1 entre as unidades de glicose da trealose, as ligações glicosídicas existentes são resistentes à clivagem por enzimas endógenas desses animais. Contudo, podem ser clivadas pelas enzimas derivadas de microorganismos [41].



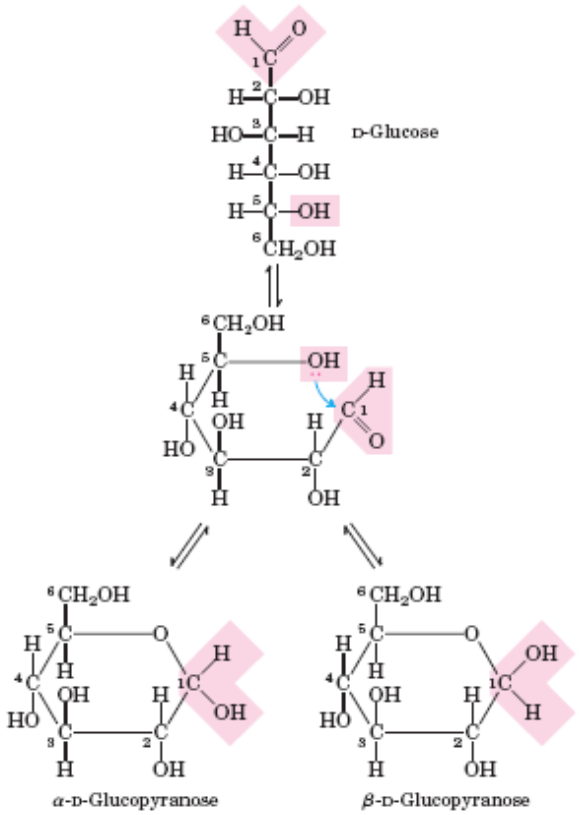
Glicose

Figura 1. Fórmula estrutural de um monossacarídeo, principal unidade funcional dos carboidratos, com o grupo carbonila na extremidade, caracterizando um aldeído. Estrutura em que ocorre a formação de compostos hemiacetais.
Fonte: Nelson e Cox [42]



Aldeído + álcool = hemiacetal

Figura 2. Formação de um hemiacetal, que apresenta o átomo de carbono ligado a dois átomos de oxigênio, por meio de ligações covalentes simples, que podem ser produzidos pela reação entre um grupo carbonilo e dois grupos hidroxilo (álcoois). Apresenta um dos oxigênios ligado a um hidrogênio, que pode reagir novamente, tornando-se um grupo redutor.
Fonte: Nelson e Cox [42]



α significa que o OH no C-1 esta do lado oposto do plano do anel
β significa que o OH no C-1 esta do mesmo lado do plano do anel

Figura 3. Representação da ciclização da glicose em que o aldeído (grupo carbonila na extremidade) reage com o grupo hidroxila do carbono 5 da própria molécula, formando o grupo hemiacetal em solução aquosa, formando dois tipos de D – glicose: α-D- glicose quando a hidroxila posiciona-sedo lado oposto – do grupo CH_2OHe ß – D- glicose, quando a hidroxila se posiciona quando o grupo hidroxila está no mesmo lado do grupo CH_2OH. Característica das moléculas de glicose que formam os PNAs com ligações do tipo ß 1,4.
Fonte: Alberts et al. [43]

O tamanho da molécula, tipo de estrutura, se linear ou ramificada, presença de grupos hidroxila e concentração são fatores que afetam a solubilidade dos polissacarídeos em meio aquoso[41]. Dependendo da solubilidade em água ou efeito fisiológico, os PNAs se dividem em duas frações: fibra insolúvel e fibra solúvel[35].

A fração insolúvel é formada por celulose, hemicelulose insolúvel e lignina. Já a fibra solúvel inclui pectinas, gomas, mucilagens[36,44] e principalmente pela hemicelulose, que por sua vez, é constituída por arabinoxilanos, ß – glucanos, D - xilanos, D – mananos e xiloglucanos, entre outros[41].

Quando solúveis em água (polímeros não celulósicos e polissacarídeos pécticos)[45] tais como arabinoxilanas, β-glucanas e pectinas podem produzir alta viscosidade no intestino delgado podendo afetar a ingestão de ração devido à menor taxa de passagem, que por sua vez pode causar proliferação microbiana no intestino. Os β-glucanos e as pentosanas solubilizados parecem atuar como uma barreira da difusão dos nutrientes, limitando a taxa de absorção, podendo causar diversos problemas como excretas aquosas, devido a alta retenção de água no trato gastrointestinaldos animais[41].

Já a fração insolúvel, como a celulose que não é degradada extensivamente pela fermentação bacteriana em aves, é considerada um nutriente diluente, podendo reduzir a concentração de nutrientes da dieta e sendo relacionada a um aumento no tamanho do trato digestório e taxa de passagem do intestino[2]. A maioria dos polissacarídeos não amiláceos fazem parte da parede celular dos vegetais e apresentam ligações fortes, associadas com outros polissacarídeos e também a outros nutrientes, como as proteínas e a lignina, por exemplo. Essas interações são importantes, pois, possivelmente, irão influenciar no modo como estes polissacarídeos se comportam após a ingestão dos alimentos[41].

As propriedades antinutricionais dos PNAs estão principalmente nas fibras solúveis, que por interagirem com o glicocálix da borda em escova intestinal, são capazes de se ligar à grande quantidade de água, aumentando a espessura da camada de água na mucosa e, consequentemente, a viscosidade da digesta, interferindo no processo de digestão enzimática e interação dos nutrientes com os enterócitos e absorção pela parede intestinal[41]. Os efeitos causados pelos PNAs incluem alteração do tempo de trânsito intestinal, modificação na estrutura da mucosa intestinal e mudança na regulação hormonal [37, 46].

2.2.1. Celulose

A celulose é o principal constituinte da parede celular das plantas e é abundante nos vegetais fibrosos que, para animais monogástricos, apresenta baixa digestibilidade e pode reduzir a digestibilidade de outros nutrientes da dieta, como as

proteínas[47]. É um polímero de glicose [48] composto por cadeias lineares de D-glicose, unidas por ligações β-1,4 (Figura 4), com alto grau de polimerização e elevado peso molecular, encontradas principalmente em sua forma cristalina que confere a alta resistência ao rompimento de suas ligações por substâncias químicas, uma vez que a torna insolúvel em água e conferem resistência as reações químicas [49].

As cadeias de celulose podem se unir por pontes de hidrogênio[44] agregando-se lado a lado formando microfibrilas insolúveis unidas por fortes ligações inter e intra moleculares como pontes de hidrogênio, geralmente associada à lignina, apresentando-se insolúvel em meio alcalino, mas solúvel em meio ácido[50].

Essas ligações com outros polímeros associados à matriz celulósica e o grau de cristalinidade destas fibrilas são de grande importância na avaliação da composição do alimento, pois esta interação pode influenciar na suscetibilidade da molécula de celulose a hidrólise enzimática microbiana [44,51] por conferirem a celulose uma elevada resistência à tensão, tornando-a insolúvel em um grande número de outros solventes[52].

A relação lignina/celulose determina a intensidade de degradação microbiana da parede celular, igualmente condicionada pela presença de outras substâncias incrustantes como a sílica e a cutina, além de fatores macromoleculares intrínsecos da própria celulose, tanto para ruminantes como em não-ruminantes [50,51, 53].

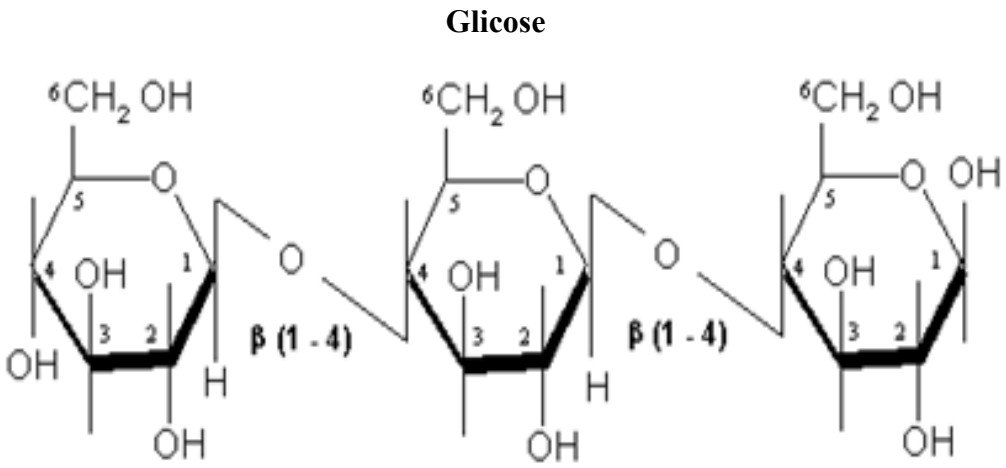


Figura 4. Fórmula química da celulose. Representação dos polímeros de glicose ligados por ligações glicosídicas ß 1, 4.
Fonte: Alberts et al.[43]

2.2.2 Lignina

A lignina é encontrada nas plantas do reino vegetal, porém, sua constituição não é a mesma em todas elas. Portanto, a lignina não deve ser considerada como uma substância química única, mas sim como uma classe de materiais correlatos [48]. É um polímero de constituição difícil de ser estabelecida, por causa não somente da complexidade de sua formação, baseada em unidades fenilpropanóides interligadas por diferentes tipos de ligações, como também porque sofre modificações estruturais durante seu isolamento das paredes celulares[54].

Sua estrutura não é homogênea, possui regiões amorfas e estruturas globulares, variando sua composição e organização dos constituintes de uma espécie para outra, dependendo da matriz de celulose-hemicelulose e, no processo de hidrólise enzimática dos materiais lignocelulósicos, atua como uma barreira física para as enzimas[52]. Ás vezes é classificada juntamente com a fração dos carboidratos estruturais e apresenta maior solubilidade em pH alcalina[48], sendo formada por um polímero derivado de unidades de fenilpropano (Figura 5) oxigenado denominado C6C3 ou, simplesmente, unidades C9, repetidas de forma irregular (Figura 6)[54].

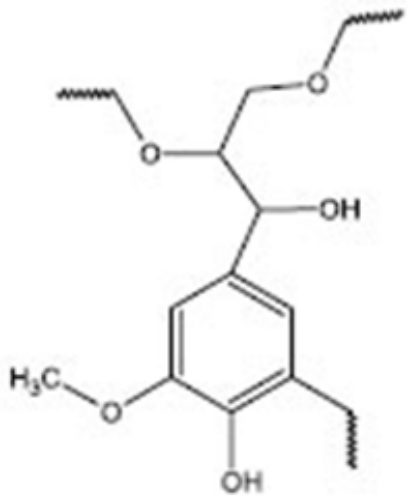


Figura 5. A unidade básica de fenilpropano consiste de um anel aromático e de uma parte alifática (cadeia lateral) de 3 átomos de carbono, denominados α, β e γ; (C6 -C3 ou C9, unidas por ligações éter e C-C).
Fonte: Alberts et al. [43]

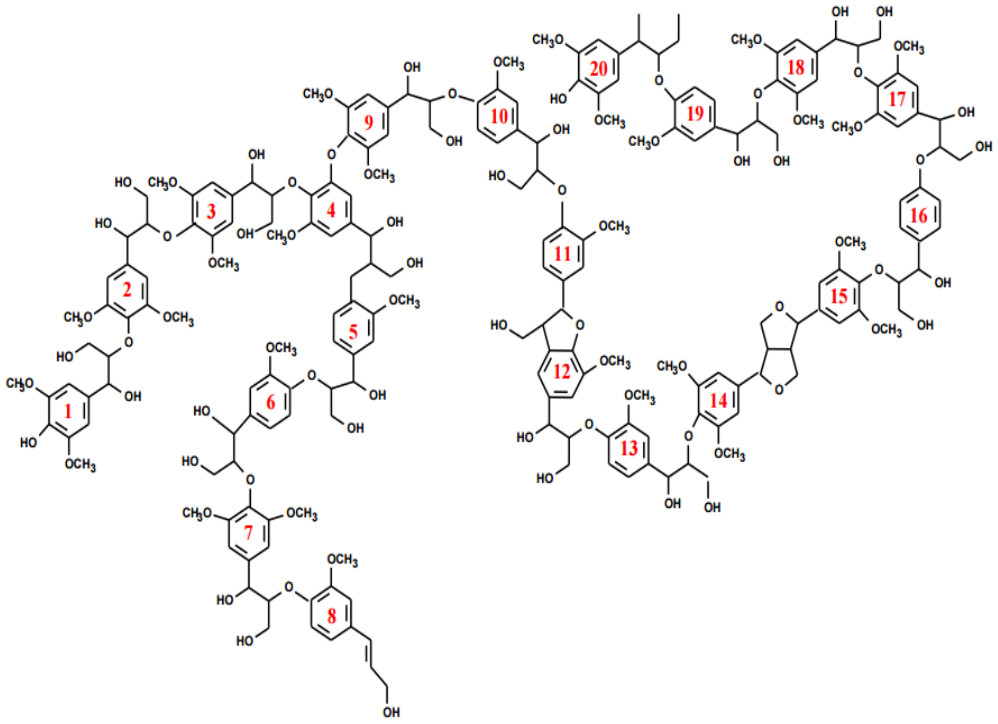


Figura 6. Modelo de estrutura da Lignina. Uma macromolécula fenólica altamente complexa que possui em sua composição química elementar única e exclusivamente carbono, hidrogênio e oxigênio unidas por ligações do tipo α-α; ß-ß; ß-O-4; ß-5; 3-5.
Fonte: Klock et al. [40]

Assim como a celulose, a lignina também é um polímero, mas difere desta porque é predominantemente um composto aromático, provém do metabolismo secundário da planta e tem origem a partir da polimerização dehidrogenativa (iniciada por enzimas) dos precursores primários: álcool trans-coniferílico, álcool trans-sinapílico e, álcool para-trans-cumárico, que são gerados a partir da rota do ácido chiquímico (Figura 7) e ácido cinâmico (Figura 8), biossintetizados a partir dos ácidos p-cumarílico, ferúlico e sinápico (Figura 9) unidos por ligações do tipo éter ou ligações covalentes entre os núcleos benzênicos ou aliados ao radical propano [40].

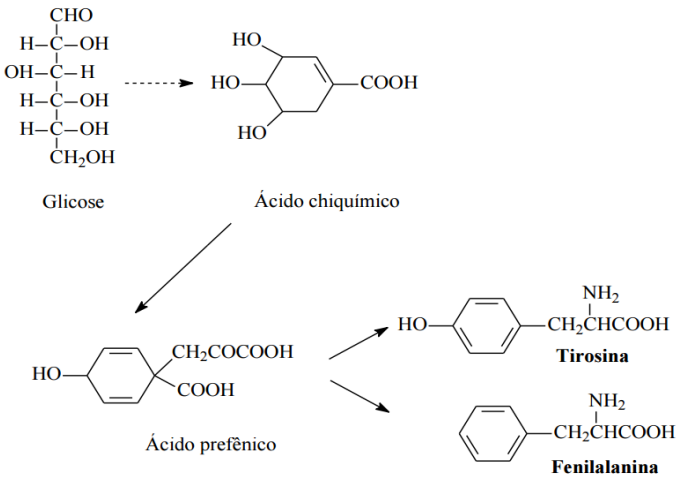


Figura 7. Rota do ácido chiquímico responsável pela geração dos precursores da lignina. É formado pela condensação de dois metabólitos da glicose, o fosfoenolpiruvato e a eritrose-4-fosfato. Após a formação do ácido prefênico a partir da junção do ácido chiquímico com a molécula de fosfoenolpiruvato, são gerados os aminoácidos aromáticos: tirosina e fenilalanina e compostos fenólicos como os fenilpropanóides, precursores da lignina. Essa via está presente em plantas, fungos e bactérias, mas não em animais. Por isto, os animais não sintetizam os aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano.
Fonte: Klock et al. [40]

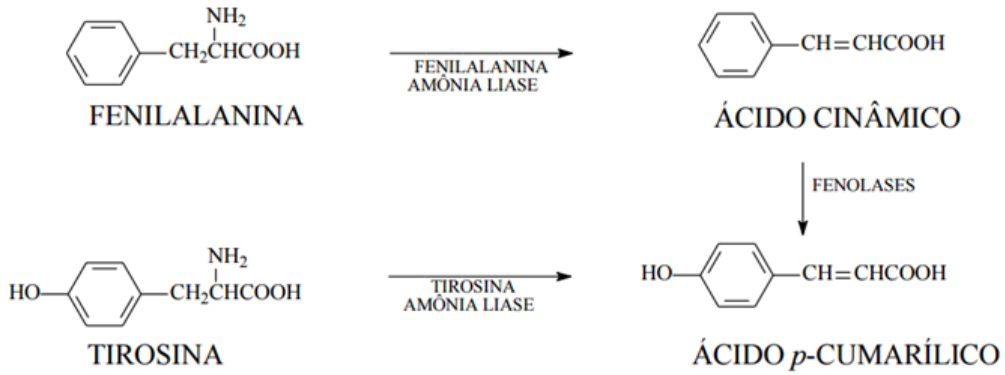


Figura 8. Rota do ácido cinâmico. A maioria dos compostos fenólicos de plantas é derivada da desaminação da fenilalanina formando ácido cinâmico. Reação catalisada pela PAL (fenilalanina amônia liase), talvez a enzima mais estudada do metabolismo secundário de plantas.
Fonte: Klock et al. [40]

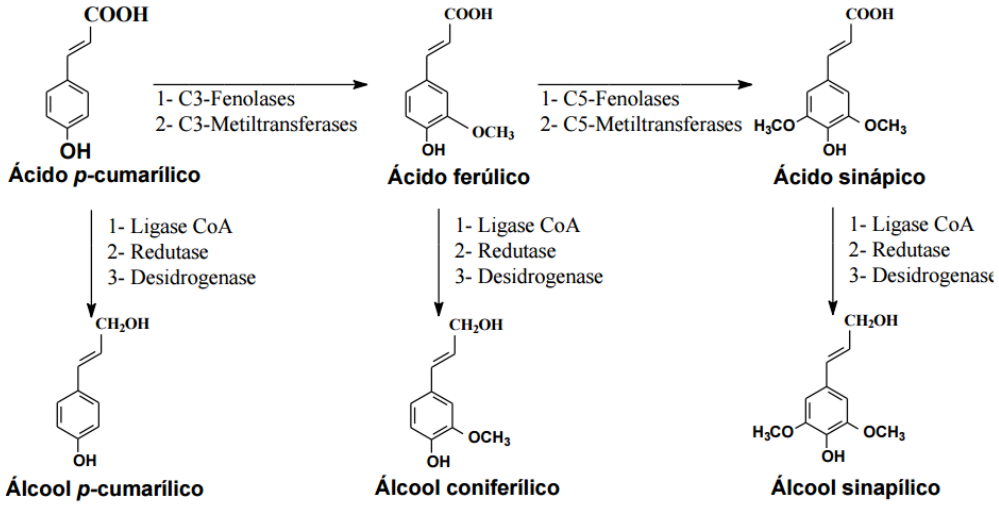


Figura 9. Biossíntese dos precursores das ligninas.
Fonte: Alberts et al. [43]

A composição química da lignina varia conforme a espécie da planta, a sua maturidade e seu desenvolvimento[55]. Pois, a proporção de unidades à base de guacil e p-hidroxifenil formado em diferentes tipos de lignina difere entre as variedades de plantas. A lignina é parcialmente ligada à parede celular composta de hemicelulose e representa tipicamente a parte hidrofóbica do complexo da fibra bruta e irá contribuir nas propriedades físicas e nutricionais do intestino, por exemplo, ligando os ácidos biliares[56, 57]. Com base em sua susceptibilidade relativa à hidrólise, a lignina pode ser classificada em lignina *não core* quando presentes compostos fenólicos de baixo peso molecular, liberados da parede celular por hidrólise, que é representada por ácidos *p* hidroxicinâmico éster-ligados e lignina *core* quando composta por polímeros fenilpropanóides da parede celular, altamente condensados e muito resistentes à degradação, compostos de unidades *p*-hidroxifenila (H), guaiacila (G) e siringila (S), em proporções diferentes, de acordo com sua origem (Figura 10)[58].

Assim, numa classificação inicial de ligninas segundo a presença dessas unidades, tem-se que: ligninas de madeiras duras, ou angiospermas, são formadas principalmente de unidades G e S; ligninas de madeiras moles, ou gimnospermas, são formadas fundamentalmente de unidades G; ligninas de gramíneas compreendem G-S-H.

Em estudos realizados por Saliba et al. [59], pode se verificar que a lignina da folha do milho é do tipo H-G-S. No grão, a ponta que corresponde a 2% do grão, e é responsável pela conexão do grão ao sabugo, sendo a única área do grão não coberta pelo pericarpo, é composto essencialmente de material lignocelulósico[50].

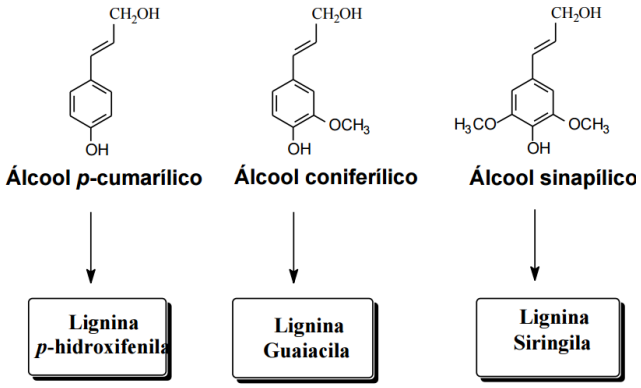


Figura 10. Representação de unidades de *p*-hidroxifenila (H), guaiacila (G) e siringila (S) que compõem os fenilpropanóides da parede celular.
Fonte: Saliba et al. [54].

Encontrada principalmente, nas palhas, cascas de cereais e gramas tropicais[43], é um dos principais componentes dos tecidos de gimnospermas e angiospermas, ocorrendo em vegetais e tecidos vasculares, apresentando importante papel no transporte de água, nutrientes e metabólitos, sendo responsável pela resistência mecânica de vegetais, além de proteger os tecidos contra o ataque de microorganismos[54].

A proporção destes componentes é irregular entre as plantas, e estão presentes em maior proporção na parede celular secundária, cuja principal função é de suporte estrutural e de resistência física às plantas [44,61]. Está presente em pequenas quantidades em plantas tenras ou jovens, tendendo a aumentar em função do estado de maturação e do ambiente em que se desenvolvem[50], sendo sua resistência física empecilho para o consumo por animais, por ser indigerível por herbívoros devido sua durabilidade química e por estar ligada covalentemente com celulose e proteínas, reduzindo a digestibilidade destes compostos[40], influenciando negativamente a extensão da atividade fermentativa impedindo que as enzimas dos microorganismos atuem nos polissacarídeos[50,72].

Contudo, resultados de estudos com relação à digestibilidade da fração fibrosa tem sugerido que a extensão da digestão da fibra depende da origem botânica, complexação com a lignina, e até mesmo o tipo de processamento do alimento fibroso (fenação, por exemplo). Assim como a prevalência do efeito da lignificação da parede celular na leguminosa, pois o aspecto qualitativo da fibra também envolve a natureza e localização das biomoléculas nutritivas, se predominantes no conteúdo celular ou se ligadas à parede celular[63]. Podendo, em termos qualitativos, a lignificação da parede celular sob processo de fenação não influenciar negativamente a atividade fermentativa

microbiana cecal, ao contrário, permitir inferir sobre efeito compensatório na magnitude da degradação desta fração fibrosa, a qual depende da complexação entre lignina, pectina, celulose e hemicelulose[34,51,64].

2.2.3. Hemicelulose

Consiste de uma classe de diversos polissacarídeos que, em parte, estão ligados por pontes de hidrogênio à celulose e são divididas em pentosanas e hexosanas com fórmulas gerais C5H8O4 e C6H10O5[41]. A hemicelulose é um grupo de carboidratos estruturais que possui boa solubilidade tanto em pH alcalino ou ácido[48], por apresentar em sua composição polissacarídeos amorfos com grau de polimerização muito inferior ao da celulose[51], podendo variar entre espécies vegetais e de muitos subprodutos industriais como farelos, polpa cítrica e de beterraba e, entre 2 a 12% nos grãos de cereais e raízes [44, 49]. Alimentos como casca do grão de soja e farelo de trigo possuem teores de hemicelulose de 26,18% e 34,47%, respectivamente [65]. Enquanto a celulose, como substância química, contém como unidade fundamental exclusivamente a b-D-glucose, as hemiceluloses são polímeros em cuja composição podem aparecer diversas unidades de açúcar condensadas em proporções variadas (Figura 11) [52,66]. São classificadas em pentosanas quando contém polímeros de D-xilose unidos por ligações b-1,4 contendo cadeias laterais curtas de arabinose, ácido glucurônico, galactose e mesmo glicose (xilanos); ou contendo resíduos de galactose unidos por ligações b-1,3 e b-1,6 cujas cadeias laterais são formadas por arabinose (arabinogalactanos) e classificadas como hexanos quando contém predominantemente glicose e manose unidas por ligações b-1,4 (mananos), polímeros compostos de resíduos de glicose unidos por ligações b-1,3 e b-1,4 (b-glicanos) que se diferenciam da celulose pela solubilidade em meio alcalino, e os polímeros compostos por unidades de glicopiranose unidas por ligações b-1,4 contendo cadeias laterais de xilanopiranose unidas por ligações a-1,6 (xiloglicanos) [50].

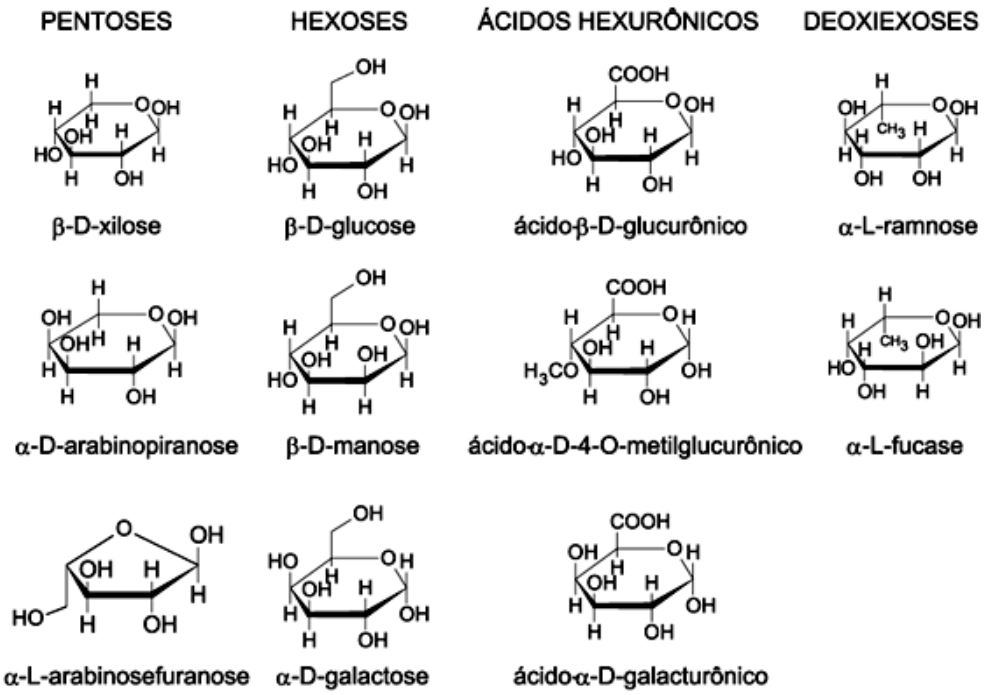


Figura 11. Açúcares que compõem as unidades de hemicelulose.
Fonte: Morais et al. [12]

As hemiceluloses encontram-se intercaladas por pontes de hidrogênio as microfibrilas de celulose, impedindo que elas se toquem, dando elasticidade e consistência a parede celular. Para mudar sua característica de solubilidade de insolúvel para solúvel, a hemicelulose precisa passar pelo processo de extração das paredes celulares por soluções alcalinas fortes, visando à quebra das ligações com as microfibrilas de celulose, tornando-se solúvel em água[67].

São estruturalmente mais semelhantes à celulose do que a lignina, apresentando ramificações que interagem facilmente com a celulose, dando estabilidade e flexibilidade ao agregado e comparadas com a celulose, são mais susceptíveis à hidrólise ácida, pois oferecem maior acessibilidade aos ácidos minerais comumente utilizados como catalisadores[52].

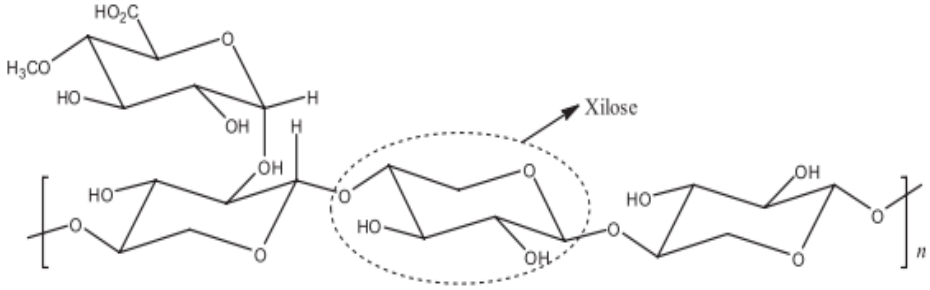


Figura 12. Representação esquemática da hemicelulose.
Fonte: Morais et al. [12]

2.2.4. Pectinas

As pectinas pertencem ao grupo de polissacarídeos não amiláceos e estão presentes caracteristicamente na lamela média e na parede primária da célula vegetal[44]. As pectinas encontram-se naturalmente em associação com a celulose e hemicelulose, que auxiliam na adesão entre as células, sendo considerada a pectina, o principal agente estabilizante da parede celular, contribuindo desta forma para firmeza, resistência mecânica e coesividade do tecido[68, 69]. São polímeros do ácido 1,4-b D galacturônico formando cadeias helicoidais de ácidos galacturônicos (Figura 12) possivelmente associadas lateralmente com arabinoxilanos e galactomananos, sendo que os grupamentos ácidos estão geralmente combinados com sais de cálcio e metil-ésteres. As pectinas diferem das moléculas amiláceas pela posição axial da ligação no carbono-4, não sendo atacadas pelas amilases, porém, susceptíveis a ação microbiana[50]. Em sua estrutura tridimensional apresenta grupos polares livres (como as hidroxilas), diferentes tipos de eletrólitos e distribuição dos grupos carboxila e hidroxila ao longo da cadeia péctica e composição das cadeias laterais, que fazem com a capacidade de geleificação da pectina varie, responsivo também a alterações do pH, grau de metilação e peso molar[70].

O processo de geleificação da pectina ocorre a partir da formação de uma rede cristalina composta por moléculas de água e co-solutos. A composição dessa rede varia de acordo com o grau de metoxilação da pectina, em que se formam ligações cruzadas do ácido galacturônico por pontes de hidrogênio e grupo metil por forças hidrofóbicas quando a pectina apresenta alto grau de metoxilação[69].

Barrera et al.[71] explicam que sujeitas a solução aquosa, essas moléculas de pectina e ácidos pécticos unem-se por ligações de hidrogênio com os grupos hidroxila das cadeias polimetilgalacturônicas, apresentando cargas elétricas negativas, resultando no estiramento das cadeias e aumento de viscosidade da solução. Posteriormente, essas mesmas cadeias repelem-se, mantendo a molécula em estado disperso.

Quando se reduzem as cargas e a hidratação, os filamentos de pectina tendem a precipitar, ocorrendo a aproximação e entrelaçamento, formando uma rede tri-dimensional amorfa, sólida, que retém entre suas malhas a fase líquida[72]. Nessa situação, maior é a ionização dos grupamentos de carboxilas da pectina de alta metoxilação com o aumento do pH.

Contudo, em pectina de baixa metoxilação e em ácidos pécticos a associação entre as moléculas ocorre quando o pH está muito abaixo de 4,0, proporcionando também incremento na viscosidade[69], já que o abaixamento do pH (2,2 a 3,0) e a elevada concentração de açúcares (> 60%) facilita este processo, e induz a redução da solvatação da pectina, aumentando a interação entre as suas moléculas [39,73].

Infere-se que a partir da formação de géis no contato da fração de fibra solúvel, como a pectina, com o meio aquoso, há uma redução do tempo de trânsito intestinal, da ação hidrolítica das enzimas e dos monômeros para a absorção [74,75]. No entanto, Langhout e Schutte[76] avaliaram a inclusão de 1,5 e 3% de pectina de alta e baixa metoxilação e pectina de açúcar de beterraba na ração de frangos e verificaram que o efeito da pectina dietética sobre o aproveitamento da dieta é dependente do grau de metoxilação, da origem da pectina e, da quantidade adicionada à dieta, pois a partir da inclusão de pectina de alta metoxilação na dieta, que foi observada a redução do desempenho e crescimento das aves. Carré et al.[77] incluem as pectinas entre os componentes da fibra com efeitos antinutricionais na dieta de aves, especialmente as mais jovens. Mas, a inclusão de fontes de pectina na dieta tem sido estudada sobre a alteração do pH e conseqüente melhoria da atividade das enzimas digestivas e inibir o crescimento de bactérias patogênicas[35] e também o uso da pectina cítrica, tem recebido atenção especial em função de seu efeito redutor da deposição ou tipo de gordura depositada [78].

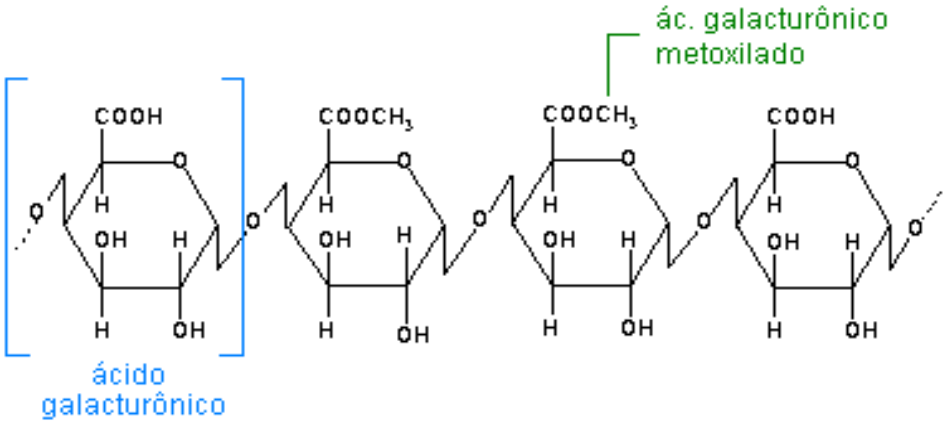


Figura 13. Estrutura geral das substâncias pécticas. Todas essas substâncias são polímeros de ácido galacturônico, que diferem pela solubilidade em água e grau de metoxilação (número de grupos $^{-}CH_3$ esterificados na molécula).
Fonte: Saliba et al.[54].

2.3. DETERMINAÇÃO DAS FRAÇÕES DE FIBRA DIETÉTICA

Fibra é um termo meramente nutricional e sua definição está vinculada ao método analítico empregado na sua determinação. Compõe-se de parte dos carboidratos resistentes ao tratamento sucessivo com ácido e base diluídos, representando a fração fibrosa ou grande parte dela na constituição dos alimentos[79].

Essa fração fibrosa corresponde à composição da parede celular vegetal que resulta da soma de todos os polissacarídeos de vegetais, incluindo os PNAs (celulose, hemicelulose, pectinas, gomas, mucilagens, β-glucanos e galactanas) e lignina [44]. O método para determinação das frações de fibra dos alimentos deve estar de acordo com princípios biológicos ou com sua utilidade empírica, além disso, deve apresentar acurácia analítica, alta repetibilidade, praticidade e baixo custo. Embora o método ideal deva ter uma correlação nutricional, não necessita, obrigatoriamente, ter uma composição química uniforme, mas deve fornecer informações úteis aos nutricionistas quanto ao comportamento da fibra no trato digestivo dos animais, velocidades e extensão da degradação e produtos finais de sua degradação [80] e sempre que possível, considerar a interação da fibra com outros componentes da dieta.

A fibra vem sendo utilizada para caracterizar os alimentos[51] e para estabelecer limites de inclusão de ingredientes nas rações. Em rações de aves e suínos, por exemplo, a composição não ultrapassa mais que 4% de fibra total[48]. Entretanto, não existe consenso

a respeito da definição de fibra, assim como a respeito da concentração de fibra na dieta que aperfeiçoa o consumo de energia [80].

Vários métodos têm sido utilizados para quantificar a fração fibrosa dos alimentos, mas inicialmente a fibra foi determinada, segundo procedimento de Einhof's (1806) citado por Van Soest[81], em que se estimava a fibra dos alimentos por maceração e, após passagem em peneira, determinava-se a fibra como sendo o material retido. Posteriormente, Meyer e Logfgreen[82] padronizaram um método para determinar a fração fibrosa dos alimentos, que se baseia no uso de ácidos e bases fortes com a finalidade de medir os componentes químicos da parede celular das plantas. Porém, esse tipo de análise da fibra bruta (FB) não mede de maneira exata a hemicelulose, a lignina e a celulose presentes na parede celular das plantas. Macedo Júnior et al. [80] e Geron et al. [83] e defendem que a extração ácida remove amido, açúcares, parte da pectina e hemicelulose, enquanto a base forte remove proteína, pectina e hemicelulose remanescentes, e parte da lignina. Os autores ressaltam que ocorre apenas a recuperação de cerca de 50% da celulose, 15% da hemicelulose e 10- 50% da lignina, ficando a porção de extrato não nitrogenado com todos os erros acumulado no decorrer das análises quando utilizado o tradicional "Método de Weende" para a determinação do teor de fibra bruta do alimento[84].

Conseqüentemente, o valor obtido para fibra bruta reflete a quantidade verdadeira de fibra do alimento, pois parte da lignina, por exemplo, que é considerada uma substância totalmente indigerível do alimento estará fazendo parte da fração solúvel em ácidos e bases fortes, mostrando que este método não é eficiente em separar componentes nutricionais que apresentam diferentes digestibilidades[80]. Há solubilização da hemicelulose no processo de digestão ácida e alcalina realizada durante a determinação da fibra bruta e em razão dessa característica de solubilização da hemicelulose, foi desenvolvido por Van Soest[85,86] um método de fracionamento dos constituintes da parede celular, de acordo com a solubilidade dos compostos em meio com pH variável, chamando as frações de Fibra em Detergente Neutro ou FDN e Fibra em Detergente Ácido ou FDA[87].

O detergente neutro possibilita a separação do conteúdo celular (fração solúvel), formada por proteínas, carboidratos solúveis e gorduras da parede celular, da fração insolúvel no detergente neutro (FDN), constituída de celulose, hemicelulose, lignina, proteína danificada pelo calor e material mineral (cinzas). O detergente ácido foi desenvolvido a fim de solubilizar o conteúdo celular, a hemicelulose e os minerais solúveis, além de parte da proteína insolúvel, dando origem à fibra em detergente ácido

(FDA), constituída de celulose, lignina,proteína danificada pelo calor e minerais[84]. Assim, a fração FDN é composta pela celulose, hemicelulose e lignina, com alguma contaminação de pectina, proteína e cinzas. Já a fração FDA é composta de celulose e lignina[80], conhecendo-se a FDN como fração solúvel e a FDA, como fração insolúvel da fibra dietética[34]. E, a partir da adoção dessa metodologia, tornou-se possível o fracionamento dos componentes da parede celular e estimativa de alguns isoladamente por diferença matemática entre os resultados de FDN e FDA dos alimentos[84].

A determinação das fibras em detergente ácido (FDA) e em detergente neutro (FDN) dos alimentos é o método mais comum nos laboratórios brasileiros, mas em relação à nutrição de aves, considera-se a FDN como uma importante medida para a caracterização da fibra das rações[17], pois os cereais e os legumes utilizados comumente na dieta de aves apresentam quantidades significativas de FDN, sobretudo PNAs. Mas, deve-se considerar em caso de aves alojadas sobre cama, frações de fibra insolúveis, já que as aves podem ingerir materiais fibrosos oriundos da cama de alojamento[2].

2.4. FIBRA NA ALIMENTAÇÃO DE AVES

A digestão do alimento pelas aves tem seu início no proventrículo e moela, onde ocorre a digestão gástrica e digestão física ou mecânica, respectivamente. Na moela, há o processo de maceração promovida por sua musculatura, em conjunto com a ação do ácido clorídrico e da pepsina, oriundos do proventrículo, que promovem o rompimento das paredes celulares vegetais. Após esse processo, o alimento triturado segue para o intestino delgado, onde ocorre a mistura de alimento e secreções digestivas e alcalinas, sendo o pâncreas o maior responsável pela digestão dos carboidratos [87,88].

A digestibilidade determina a biodisponibilidade dos nutrientes encontrados no alimento, em consequência da ação enzimática, absorção, transito e atividade da microbiota[89], sendo indispensável em estudos sobre o uso de novos ingredientes ou de aditivos na ração, uma vez que auxilia o entendimento dos reais efeitos no desempenho das aves. Dentre as metodologias de ensaio de digestibilidade, a coleta total de excretas[90] utiliza os dados de consumo de ração, produção total de excretas e as análises bromatológicas (da ração e das excretas) para determinação dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes[91]. Esse método de coleta total de excreta em aves tem sido criticado em virtude dos efeitos das bactérias do trato gastrointestinal final na excreção

dos aminoácidos[90], mas em relação ao consumo de fibra, alguns trabalhos têm mostrado benefícios da presença de bactérias cecais no aproveitamento desse tipo de alimento[92].

A digestibilidade de um alimento varia de acordo com alguns fatores, baseados na composição do material e no seu processamento e a outros fatores ligados as aves, tais como a idade, o genótipo e o sexo da ave[93]. A queda na digestibilidade reduz a eficiência de utilização e disponibilidade dos nutrientes que seriam destinados a mantença e o crescimento do animal. Assim é de grande importância a determinação dos coeficientes de digestibilidade para se ter conhecimento dos efeitos dos diversos alimentos na utilização dos nutrientes pelas aves[94].

Nutricionalmente, o termo fibra dietética, é definido como a fração do alimento indigestível ou lentamente digestível no sistema digestório[1], considerando-se os componentes da dieta resistentes a ação das enzimas endógenas, podendo incluir oligossacarídeos de reserva e qualquer componente resistente a digestão enzimática (amido resistente, proteína da parede celular, etc.)[95].

Mateos et al. [24] definem que a quantidade de fibra exigida da alimentação de aves depende das características da fonte de fibra e que em condições comerciais os valores de inclusão desse nutriente na dieta de frangos e poedeiras flutuam entre limites de mínimo e máximo para obtenção de um desempenho ideal. Para Hetland et al.[2], o uso de grãos integrais de cereais na alimentação de aves tem sido justificado pelo estimulo da atividade da moela e, aos benefícios dessa maior atividade. De acordo com esses pesquisadores, a fibra insolúvel da parede celular dos grãos e o componente químico mais importante para estimular a atividade da moela. Gonzalez-Alvarado et al.[96] observaram que a inclusão de fibra na ração de frangos aumentou o pH, o tamanho da moela e o tamanho do intestino, mas defendem que a magnitude dos efeitos da fibra no desenvolvimento dos órgãos do trato gastrintestinal depende da seção avaliada e difere entre as fontes de fibra utilizadas.

Uma quantidade moderada de fibras insolúveis na dieta pode permitir um efeito benéfico para o animal, por aumentar a digestibilidade do amido, devido à capacidade dessas fibras de se acumularem na moela, o que parece regular a taxa de passagem da digesta e da digestão de nutrientes no intestino[97]. Essa melhoria na digestibilidade se deve a maior quantidade de ácidos biliares acumulados na moela, que já foi observada em aves submetidas a dietas com inclusão de maravalha, indicando um refluxo gastro-duodenal proporcional a quantidade de material fibroso, no caso, fibra insolúvel na moela. Á medida que as fibras permanecem retidas a digesta presente no

duodeno retorna a moela, prolongando a exposição dos alimentos à digestão mecânica e química [98, 99]. Esse aumento do refluxo explica, pelo menos em parte, a maior digestibilidade do amido, pois como os ácidos biliares são fortes emulsificantes, e os lipídeos, quando não emulsionados interferem com a solubilização de outros nutrientes, a capacidade emulsionante pode ser um fator limitante não só na digestão de lipídeos, mas também de outros nutrientes [99, 100].

Em dietas com amido puro, por exemplo, observa-se resíduos de ração no intestino grosso após duas horas de consumo e com a adição de fontes de celulose, esse tempo residual pode ser aumentado para três horas, melhorando a digestão e absorção dos açúcares solúveis[87]. Hetland e Choct[101] compararam o desenvolvimento da moela de poedeiras alimentadas com maravalha (material rico em fibras insolúveis) e farelo de trigo (material solúvel) e observaram uma maior digestibilidade do amido, responsivo a concentração de ácidos biliares presentes na moela que aumentou proporcionalmente à medida que houve uma maior retenção de maravalha na moela. Quando avaliado o consumo de maravalha e farelo de trigo em frangos, obtiveram moelas 50 % mais pesadas já com o fornecimento de 4% de fibra insolúvel, enquanto o fornecimento de até 40% de fonte solúvel resultou em um crescimento de apenas 10% da moela [99] indicando que a fibras insolúveis tem maior impacto sobre o peso da moela em comparação a fibras solúveis como do farelo de trigo[98].

Sacranie et al. [102] descreveram que a adição de casca de aveia e cevada na dieta de frangos provocou um maior peso das moelas e intestino, assim como um maior desenvolvimento dos intestinos, uma redução do pH da moela e melhor digestibilidade do amido. Que pode estar associada ao efeito da intensificação da atividade da moela sobre a estimulação das secreções pancreáticas, resultando em um aumento da concentração de amilase, que conseqüentemente melhora a digestão do amido, sendo este metabolizado, gerando glicose destinada ao metabolismo energético [103, 88, 104, 105]. Resultados que ponderam a relação do tipo de fibra empregada, com a característica nutritiva da dieta e os efeitos obtidos sobre o desempenho animal[106].

Os PNAs insolúveis também apresentam baixa digestibilidade para animais monogástricos e ainda podem interferir na digestibilidade de outros nutrientes da dieta, afetando tambémna taxa de passagem da digesta, devido à ação mecânica da fibra sobre a parede do trato gastrintestinal, aumentando a motilidade e a taxa de passagem, reduzindo conseqüentemente, o tempo de ação das enzimas sobre a digesta[107]. Podem encapsular alguns nutrientes dentro da matriz das paredes celulares vegetais[108] e possuem

forte capacidade de ligação iônica com elementos minerais fazendo com que as dietas ricas em fibra interfiram negativamente na absorção de minerais[62], sobretudo com a presença de lignina, que apresenta forte capacidade de ligação iônica em sua superfície com os elementos minerais, podendo além de alterar a absorção desses elementos, afetar as ligações dos microorganismos aos polissacarídeos estruturais, interferindo a sua taxa de digestão[61]. Para Hetland et al.[2] a fração insolúvel da fibra é considerada um nutriente diluente em dietas para animais monogástricos, sendo relacionada com o aumento no tamanho do bolo fecal e com uma passagem mais rápida da digesta através do trato digestivo.

Associados ou não, os diferentes tipos de fibras podem diminuir a digestão e a absorção dos lipídios dietéticos, sequestrar os ácidos biliares, aumentar a produção de ácidos graxos de cadeias curta no cólon devido à fermentação, e/ou diminuir a porcentagem de ácidos biliares primários na bile[94]. Contudo, em trabalhos descritos por Gonzáles et al. [96] verificou-se que, independente da diluição nutricional provocada pela fibra nas dietas, a inclusão moderada de fibra na ração de aves aumenta os órgãos digestivos, alterando seu desenvolvimento e provocando alevada da secreção de HCL, ácidos biliares e enzimas[103] melhorando a digestibilidade de nutrientes e desempenho animal[109,110].

Fibras insolúveis, como da maravalha, casca de cereais, cascas de girassol e aveia podem aumentar o tempo de retenção na parte superior do sistema digestório e estimular o desenvolvimento de moela e produção de enzimas endógenas, melhorando a digestibilidade do amido, lipídios e outros componentes dietéticos [2, 99]. Por outro lado, fontes de fibra solúvel ricas em pectinas, tais como polpa de beterraba, aumentam a viscosidade intestinal e diminui a taxa de passagem de alimentos, que por sua vez pode reduzir a ingestão de alimento e desempenho na fase de crescimento[111].

Outro fator relacionado à fibra dietética para poedeiras é a diluição da energia da dieta, devido à baixa digestibilidade da fração fibrosa que compõem determinados alimentos e também a menor digestibilidade dos nutrientes e energia, que está relacionada não só como nível, mas com a composição e estrutura macromolecular dessa fração[112]. Por tal, o uso de fibra na dieta vem sendo estudada em programas de restrição alimentar para frangas de crescimento precoce ou para matrizes pesadas. Araújo et al.[113] obtiveram aumento na idade ao primeiro ovo em 0,6 dias de fêmeas alimentadas com farelo de trigo, defendem que a inclusão de farelo de trigo na ração de recria reduziu a taxa de crescimento de frangas e atrasou o início da postura, promovendo um aumento no peso

inicial dos ovos em relação a dietas à base de milho e de farelo de soja. Entretanto, perceberam que a produção de ovos nos primeiros 56 dias da fase de produção reduziu com a inclusão de farelo de trigo nas rações para aves de reposição no período de 7 a 19 semanas de idade. É provável que o aumento de 40% no teor de fibra bruta da ração basal para a ração com 30% de farelo de trigo tenha afetado negativamente a utilização dos nutrientes, uma vez que a fibra atua como barreira, impedindo que as proteases tenham acesso aos locais nas células vegetais onde estão depositados os aminoácidos. Um aumento na secreção de proteínas endógenas, derivadas das secreções e de células intestinais também pode ser uma das explicações[114], pois a abrasividade da fibra pode causar descamação do epitélio intestinal e promover *turnover* celular acelerado deste tecido.

2.4.1 Viscosidade

São as fibras solúveis e insolúveis, que atuam por diferentes mecanismos no sistema gastrointestinal, sendo que as fibras solúveis podem produzir alta viscosidade no intestino delgado das aves e desse modo inibir a digestão e absorção.

A alta viscosidade pode afetar a ingestão de ração pelas aves devido à passagem mais lenta, que, por sua vez, causa proliferação microbiana no intestino. As fibras insolúveis são apenas parcialmente fermentadas no intestino grosso e sua atuação é mais restrita ao aspecto físico, diminuindo o tempo de trânsito do bolo alimentar no intestino, aumentando a massa fecal e a capacidade de ligar-se a determinados nutrientes e a outros compostos presentes no intestino[115]. É também considerada como um nutriente diluente em dietas para animais monogástricos. Ela não é degradada extensivamente pela fermentação bacteriana nas aves domésticas, o que faz com que a sua influência na composição e quantidade da microflora seja relativamente insignificante[2].

As fibras solúveis como as pectinas, as gomas, a inulina e algumas hemiceluloses dissolvem-se em água, formando géis viscosos que não são digeridos no intestino delgado, sendo facilmente fermentados pela microflora do intestino grosso. Essa capacidade higroscópica ou de retenção de água da fibra está particularmente relacionada com o seu conteúdo de hemiceluloses e pectinas[50]. Pinheiro et al. [116] citam esses polissacarídeos não-amiláceos, assim como as pentosanas e ß-glucanas, rafinose e estaquiose como alvo de maior interesse dos nutricionistas, por interferirem negativamente a digestibilidade dos nutrientes. Pois, além de apresentarem baixa

digestibilidade, uma alta inclusão desses carboidratos pode causar um aumento da viscosidade intestinal e conseqüentemente reduzir a digestibilidade de outros componentes da dieta, comprometendo o desempenho dos animais[117]. Para Nagashiro[118], a solubilização parcial dos arabinoxilanos contidos no trigo, por exemplo, produz aumento na viscosidade do conteúdo intestinal, alterando a ação das enzimas digestivas, reduzindo o fluxo da digesta e a absorção de nutrientes pelas aves. Assim, os efeitos negativos principais das fibras solúveis estão associados à viscosidade, a efeitos morfológicos e fisiológicos sobre o trato digestivo e a interação com a microflora intestinal[64].

Em um ambiente viscoso, os nutrientes como as gorduras, amido e proteínas, se tornam menos acessíveis e disponíveis as enzimas endógenas e sais biliares [61]. Essa viscosidade diminui a taxa de difusão de substratos e enzimas digestivas e impede suas interações na superfície da mucosa intestinal[119] levando ao comprometimento da digestão e da absorção de nutrientes. Alterações da viscosidade do conteúdo intestinal das aves, oriunda das frações solúveis de ß-glucanos e arabinoxilanos, além de comprometer a digestibilidade da ração aumentam a umidade e quantidade das excretas, piorando as características da cama, resultando em maior produção de amônia e dificuldade de manutenção da cama[67].

Araújo et al.[113] descrevem a interferência exercida pelas fibras que não são digeridas ou absorvidas sobre a atividade osmótica no lúmen intestinal e retenção de parte da água ingerida (principalmente as solúveis) aumentando a viscosidade da digesta podendo ocasionar alteração morfofisiológica entérica, modificação da atividade transitória intestinal, interferindo na absorção de nutrientes, como a proteína, que pela presença de determinados PNAs sofre inibição e/ou desarranjo de sua digestão e redução da absorção de aminoácidos. No entanto, em trabalho realizado por Braz et al.[17], com poedeiras e inclusão de diferentes níveis de fibra na dieta, o consumo acumulado de ração foi semelhante entre os níveis de fibra, sugerindo que a inclusão de até 18,50% de FDN na ração não interferiu nas características da dieta a fim de comprometer o consumo das aves.

2.4.2 Microbiota

Dependendo do tipo e quantidade de fibra utilizada na formulação da dieta, o perfil da microbiota existente no intestino grosso pode ser afetado [109, 120] e as substâncias pécticas, entre os polissacarídeos da parede celular vegetal, são as que têm mais importância no processo de retenção de água, mas como sua degradação pode ser completa, pode haver liberação e disponibilidade de substâncias para a flora bacteriana intestinal[50].

Algumas fibras solúveis são de preferência fermentadas por bifidobactérias e lactobacilos, que são bactérias benéficas à microflora, pois, realizam a exclusão competitiva de bactérias maléficas, aderindo-se firmemente a mucosa intestinal e competindo por nutrientes e produzindo substâncias prejudiciais aos microrganismos indesejáveis, exercendo assim ação de prebiótico, em que as fibras solúveis promovem um efeito benéfico à saúde intestinal[121]. Vergara et al. [122] estudaram a passagem das fases sólida e líquida da digesta em frangos de corte e observaram que o tempo de retenção da fase líquida aumenta a partir da terceira semana de idade das aves, por causa do início do funcionamento dos cecos. Estes autores sugeriram que o funcionamento dos cecos pode estar relacionado ao aumento na taxa de fermentação e conseqüente maior desaparecimento da fração solúvel da fibra no trato das aves.

A fermentação causada pelas bactérias no ceco resulta em produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), predominantemente acetato que é transportado para o fígado, atuando como fonte de energia para os músculos, o propionato que é convertido em glicose no fígado, além de inibir certos enteropatógenos, como as Salmonelas e o butirato, a maior fonte de energia para as atividades metabólicas, estimulando o crescimento das células epiteliais do intestino delgado e grosso[14]. Segundo Praes et al.[1] os ácidos graxos de cadeia curta podem inibir o crescimento de muitos patógenos, visto que a maioria prefere ambientes neutros ou ligeiramente alcalinos para o seu desenvolvimento, além do próprio estímulo provocado pelos AGCC no intestino grosso com a reabsorção de água e sódio, reduzindo o risco de diarréias[92] mostrando que a fibra dietética pode agir sobre a saúde do trato gastrointestinal e conseqüentemente, sobre parâmetros de bem estar animal [123, 124].

Segundo Tungland e Meyer [31], o uso de frações de fibra como as pectinas e celulose pode interferir positivamente na absorção de minerais como cálcio, magnésio e ferro, pois pela ação dos materiais fibrosos, há uma redução do pH luminal por meio da

fermentação pela microbiota do intestino grosso e um aumento na produção de AGCC. Os AGCC e o baixo pH podem, por sua vez, dissolver sais minerais insolúveis e aumentar sua absorção pela via paracelular. Dunkley et al. [125] analisaram o potencial de fermentabilidade in vitro de ingredientes ricos em fibra na microflora cecal de poedeiras e observaram que as fontes de fibra em contato com a microflora cecal resultaram na produção de ácidos graxos de cadeia curta, sendo que a produção de acetato foi mais elevada, seguida por propionato e butirato. Entretanto, o inoculo cecal sozinho produziu uma quantidade não detectável destes ácidos. Para os autores, estes dados sugerem que as fontes de fibra podem contribuir para a fermentação e diversidade microbiana no ceco de galinhas.

2.5. FONTES DE FIBRA NA ALIMENTAÇÃO DE AVES

A maior parte dos carboidratos presentes nos grãos de cereais ocorre na forma de amido, porém ocorrem outras formas variadas de carboidratos nos cereais e farelos protéicos, como: celulose, hemicelulose e pentosanas, encontrados nas sementes de oleaginosas, como também os beta-glucanos que se encontram em altas concentrações na cevada e aveia e pentosanas como as arabinoxilanas, que são encontradas no trigo, triticale e centeio. As sementes de oleaginosas, como a soja e a canola, os grãos de cereais com os seus respectivos subprodutos, tais como os farelos de arroz e de trigo, apresentam em sua composição bromatológica estes polissacarídeos que os animais não-ruminantes não digerem ou sua digestão é incompleta [23; 50].

O milho e farelo de soja que compõem boa parte das rações animais apresentam variações para a composição em PNAs totais, podendo apresentar 9,32% e 29,02% de PNAs totais respectivamente, segundo Malathi e Devegowda[126]; 9,7% e 10,3% respectivamente, em trabalhos realizados por Ruiz et al. [127] e 8,10% e 30,30%, respectivamente, apresentados por Tavernari et al.[41].

Alguns polissacarídeos como as arabinoxilanas presentes no farelo de coco e também no farelo de trigo, unem-se aos demais nutrientes da dieta como proteínas, carboidratos e gordura, reduzindo sua capacidade de absorção e digestibilidade[49]. Além da baixa digestibilidade, os PNAs tornam-se solúveis, aumentando a viscosidade do quimo intestinal, diminuindo a velocidade de passagem dos alimentos ao longo do trato digestivo (o que dificulta a ação das enzimas endógenas e interfere na difusão ou no transporte dos nutrientes), deprimindo o consumo de ração, causando prejuízos no

desempenho produtivo[51]. Os PNA também estimulam o consumo de água pelas aves, provocando a eliminação de excretas mais líquidas, tendo efeito adverso sobre a umidade da cama do aviário[52]. De acordo com Brett e Waldron [53] as fibras têm uma capacidade de reter no intestino mais de 10 vezes o seu peso em água, tendo as fibras viscosas solúveis, a capacidade máxima nessa retenção.

2.5.1 Farelo de trigo

É formado por tecidos botânicos distintos, exteriores ao núcleo do trigo, como o pericarpo (película que recobre o grão), a testa (película que recobre a semente), a camada hialina e a aleurona, partes extenas do endosperma. O endosperma é composto de diferentes tipos de células, em sua maioria de paredes celulares grossas e difíceis de quebrar. Entretanto, o processo de moenda permite o rompimento dessas paredes, liberando micronutrientes considerados anticancerígenos (como o selênio e o ácido fólico ou fitoquímicos), flavonóides e ácido fítico [113].

O farelo de trigo apresenta boa concentração de proteína (15,52%, com base na matéria natural), entretanto, sua adição na dieta de aves é limitada pela alta concentração de fibra (9,66%, com base na MS)[90]. De acordo com Maes et al. [126] os principais polissacarídeos não-amídicos (PNA) presentes neste subproduto são as arabinoxilanas (36,5%), mas contêm também celulose (11%), lignina (3 a 10%) e ácidos urônicos (3 a 6%).

No farelo de trigo a alta concentração de PNAs é decorrente do processamento industrial para obtenção da farinha de trigo, no qual as estruturas da planta mais ricas em PNA's (pericarpo, testa, camada hialina e aleurona) concentram-se no coproduto[128]. Caracteriza-se pela presença de PNAs totais compostos por monossacarídeos como a xilose e arabinose, que não são hidrolisados e absorvidos, causando um efeito negativo (laxativo) quando em excesso na dieta de aves[129]. Há também um efeito deletério sobre o aproveitamento de nutrientes, visto que esses polissacarídeos não amiláceos (PNA´s) do tipo arabinoxilanas (36,5%) possuem conhecida propriedade de reter água e promover viscosidade em soluções. Além dos monogástricos também não possuírem a enzima α-1,6 galactosidase na mucosa intestinal, que catalisa a hidrólise da ligação α-1,6 de PNA's[81] a ingestão desse tipo de farelo pode alterar a taxa de trânsito e absorção de nutrientes [95] e interferir na digestibilidade da

matéria seca e proteína bruta dos alimentos no intestino delgado [35] e reduzir o peso da ave.

No farelo de trigo, por exemplo, as pentosanas presentes são as arabinoxilanas, polímeros lineares, constituídas de moléculas de D-xilose em ligações β-1,4, com substituição da arabinose ao longo da cadeia. Com a arabinose ausente, o polímero de xilose reage com outras moléculas e precipita. A presença da arabinose torna esse polímero solúvel, entretanto permite a produção de polímeros longos, que quando em solução se entrelaçam trazendo aos não ruminantes um aumento da viscosidade da dieta[130].

O aumento da viscosidade da digesta em nível intestinal pode alterar a morfologia e a fisiologia entérica, modificando a taxa de trânsito e desregulando a função hormonal, em virtude de uma taxa variada de absorção de nutrientes. A digestibilidade da proteína pode ser reduzida pelas arabinoxilanas do trigo, pela inibição e/ou pelo desarranjo da digestão da proteína ou pela redução da absorção de aminoácidos. Também pode resultar em aumento na secreção de proteínas endógenas, derivadas das secreções e de células intestinais [113,131].

2.5.2. Bagaço de cana

O bagaço de cana-de-açúcar é um resíduo da moagem da cana de açúcar para extração do conteúdo celular rico em açúcares solúveis[83]. É formado por um conjunto de fragmentos bastante heterogêneo com dimensões que oscilam de 1 a 25 mm. É constituído por cerca de 50% de umidade, 45 % de estruturas fibrilares e 5 % de extrativos e compostos inorgânicos. Essa fração de estruturas fibrilares é composta por 55 a 60 % de fibras (células fibrilares), 30 a 35% (células de parênquima) e 10 a 15 % de outros componentes [85].

O bagaço de cana-de-açúcar exibe uma boa capacidade de hidratação e ausência de solubilização aquosa de quaisquer de seus componentes primários poliméricos, reúne fragmentos grosseiros da parede celular e conteúdo celular não extraído na moagem da cana-de-açúcar, cujo componente principal é representado pelo açúcar não extraído durante o processo de moagem, aproximadamente 2 a 3%, e alto teor de componentes da parede celular (carboidratos estruturais), em torno de 70 a 85%, dos quais a celulose é o principal (44 a 50%), seguida da hemicelulose (24 a 30%) e da lignina (10 a 20%) [83]. Sendo a xilana, a hemicelulose mais encontrada no bagaço de cana-de-

açúcar, que apresenta uma cadeia linear constituída de unidades D-xilopiranosil com ligações β-D-(1,4), podendo ser substituída com α-L-arabinofuranosil no carbono 2 e 3, sendo que outros grupos funcionais (O-acetil e 4-O-metil-glucuronil) competem por estas mesmas duas hidroxilas secundárias[91] .

Esses componentes na palha de cana-de-açúcar encontram-se na forma de polímeros (celulose e hemicelulose) e são recobertos por uma macromolécula (lignina), formando a microfibrila celulósica. Devido à sua interação intermolecular e completa ausência de água na estrutura da microfibrila, a celulose apresenta estrutura difícil de ser desestruturada e convertida em monossacarídeos[132]. Contudo, o comprometimento químico entre os componentes do bagaço integral via ligações covalentes, se dá exclusivamente entre a hemicelulose e parte da fração lignina, enquanto a total insolubilidade da celulose em água se deve ao máximo estabelecimento de ligações de hidrogênio dos tipos intra- e inter-cadeias poliméricas exclusivamente baseadas em unidades de anidroglucose glicosídica e linearmente ligadas por β-1,4[133]. Devido a essas ligações de hidrogênio há uma forte tendência da celulose formar cristais que a tornam completamente insolúvel em água e na maioria dos solventes orgânicos [83].

O baixo valor nutritivo do bagaço de cana é determinado pela baixa metabolizabilidade da matéria seca, variando de 25 a 35% além de apresentar um baixo teor de nitrogênio (2% da MS), sendo que mais de 90% é recuperado na fração fibra em detergente ácido (FDA), indicando que provavelmente quase todo o nitrogênio está ligado a lignina e, portanto, é indisponível ao animal[132].

2.6. COMPORTAMENTO E BEM ESTAR DE AVES DE PRODUÇÃO

A definição de bem-estar foi tratada pelo Farm Animal Welfare Council's[134] que propôs características básicas na criação que possam assegurar o bem-estar dos animais. São descritas pela FAWC [134] como as "cinco liberdades" e correspondem a características que permitem a promoção do bem-estar dos animais domésticos como estar livre de fome, sede ou má-nutrição; livre de desconforto; livre de dor, injúria ou doença; livre para expressar seu comportamento normal e livre de medo e estresse. Defende-se que o termo bem-estar e sua aplicação é dependente do estado animal, em que o mesmo se sente bem, com funcionamento comportamental e fisiológico normais[135].

Assim, condições contrárias de bem-estar são comumente relacionadas ao estresse, em que o organismo perde a ação responsiva a situações de ameaça, reduzindo a função imune e inferindo sobre interações bioquímicas e desempenho animal[136].

O comportamento está ligado ao ambiente de criação[137] e pode ser indicativo da qualidade do bem-estar das aves[138]. Infere-se que o repertório comportamental das aves sofre a influência do ambiente térmico a qual a ave está submetida, notando-se menor atividade física das aves quanto mais elevada a temperatura ambiente[139]. Essas mudanças no comportamento são estratégias adotadas pelo próprio animal visando driblar fatores estressantes, como a procura por estímulos para superar o estresse ou tédio de um ambiente inóspito, podendo apresentar uma resposta adaptativa efetiva aos estressantes normais ou em um nível crítico de estresse ser incapaz de se adaptar da maneira esperada produzindo respostas anormais ou anômalas[140]. Outros padrões de comportamento foram associados ao estresse térmico por alta temperatura, como o ato de espreguiçar-se e outros a condição térmica abaixo da zona de conforto das aves, como o arrepiar de penas e a alta agressividade, manifestada por perseguições e bicadas[140].

Outra atividade bastante comum nas aves, descrita até como comum à espécie, é a exploração de penas ou atividade de auto-arrumação, que quase sempre são breves e frequentemente variadas em forma, mas coletivamente representam uma porção significativa da manutenção [26]. Em casos excessivos em que a atividade de arrumação tem período prolongado, ocasionando injúrias no animal, como o arranquio de penas e sangramento, essas atividades são classificadas como estereotipias. Descritas como atividades repetitivas, normalmente os animais dispensam mais do seu tempo com esses comportamentos, não realizando atividades essenciais, como atividades de sono, alimentação e hidratação.

De acordo com Tanaka e Hurnick[141], o aumento da atividade de exploração das penas em gaiolas pode ser reflexo dos maiores problemas de penas pelos quais estas aves são acometidas, tanto por causa da bicagem agressiva, quanto por causa das fricções contra o piso da gaiola, na tentativa de tomar banho. Segundo Duncan e Wood-Gush[74], o aumento da atividade de exploração de penas também pode estar relacionado com a frustração das aves em gaiolas, devido ao empobrecimento ambiental, e à falta de espaço para se exercitar. De acordo com Abrahamsson e Tauson[142], a bicagem de penas é considerada um redirecionamento do comportamento de bicagem de alimentos que seria realizada no forrageamento. Alves et al. [143] demonstrou com a avaliação de aves criadas em gaiolas, um maior dispêndio de tempo com atividades de bicagem de objetos,

comparado às aves criadas em cama, que pode ser responsiva a ausência de substrato (cama) para atividades de forrageamento e banho.

São considerados movimentos de conforto, bater e esticar as asas e chacoalhar as penas, já que estudos demonstram que tais comportamentos são mais expressados pelas aves, quando o meio em que o animal vive é satisfatório. Barbosa Filho et al. [144], avaliando poedeiras criadas em condições de estresse térmico, não observou nenhuma manifestação destes comportamentos. Segundo Rudkin& Stewart [145], é necessário a área de no mínimo 860 cm² para que comportamentos como de bater as asas possa ocorrer naturalmente. Do ponto de vista do bem-estar animal, a expressão destes movimentos serve como diagnóstico para se avaliar as instalações onde estão sendo criadas as aves, uma vez que, quando inibidos, as aves provavelmente estarão sob condições de estresse, e o local onde estão sendo criadas não apresenta as condições adequadas de criação sob os aspectos do bem-estar.

Alcock[140] descreveu que atividades de sono e descanso normalmente ocupam muito tempo do animal por permitirem a restauração do seu estado fisiológico, já que durante o sono, ocorre recuperação metabólica em curto espaço de tempo e no descanso ocorre a conservação máxima de energia. Estes são caracterizados por aves sonolentas, ou simplesmente deitadas inertes, mas despertas. Ocorrendo variações das posições de descanso, como em situações em que a ave fica em pé, mas não imóvel, em decúbito lateral ou esternal, ou uma combinação das duas posições, ao mesmo tempo em que observa o grupo[30]. Contudo, atividade similar a atividade de descanso, particularmente nas aves, tem sua duração associada à sensação de medo [86, 87]. O medo é, provavelmente, um estado em dormência no animal[146], podendo ser reagido de modo ativo em alguns animais, enquanto outros mostram comportamento inibido durante a reação de medo[91].

Percebe-se comumente que aves de postura, já na fase inicial de criação, demonstram comportamentos de hierarquia e de disputa por recursos de sobrevivência, como água e alimento[147], determinando relações regulares de dominância e submissão logo nas primeiras semanas de vida[148]. Pereira et al.[149] comparando criação de poedeiras em diferentes densidades, puderam constatar que em maiores grupos, a frequência de ida ao comedouro diminui, entretanto, o tempo de consumo de ração aumenta. Por sua vez, Guo et al.[150] verificaram que poedeiras criadas em densidades menores e em ambiente enriquecido consomem menos alimento.

Relações de dominância e de submissão em grupos de aves geralmente também são estabelecidas por meio de comportamentos agressivos, representados

principalmente pela bicagem e arranquio de penas[147]. Segundo Fraser e Broom[151], a bicagem agressiva é um comportamento anormal resultante da frustração do comportamento exploratório em um ambiente sem diversificação e já foi relatado com maior intensidade em situações de alta densidade de criação[152,153].

Além do sangramento, que pode levar as aves ao canibalismo[154], o arranquio de penas resultante da agressão de outra ave pode causar déficit de bem-estar e problemas econômicos ao avicultor, visto que com a perda de penas, há redução da capacidade da ave em manter sua temperatura corporal, levando ao aumento no consumo alimentar[155], que pode ser superior a 27%[156]. Outra perda econômica resultante do canibalismo se refere ao aumento no índice de mortalidade e na incidência de ovos bicados.

No entanto, o vício de arranquio de penas e de canibalismo não é restrito a poedeiras criadas em gaiolas[157], sendo também percebido em aves criadas em piso, principalmente quando não realizada a debicagem[158]. Craig[159] e Craig e Lee[158] testaram várias linhagens de poedeiras comerciais, debicadas ou não, e constataram que algumas linhagens não se beneficiaram com a debicagem porque essencialmente não ocorriam injúrias por comportamento de bicadas. Em outros estudos, foi constatada a existência de linhagens de poedeiras que requerem debicagem mínima ou nenhuma, sem promover qualquer prejuízo na produtividade[160,161,162]. Contudo, quando os comportamentos agonísticos se evidenciam, a debicagem, se bem conduzida, torna-se uma medida profilática de rotina[158]. Mas a prática ainda é alvo de muitos questionamentos quanto às normas de bem-estar animal.

Resultados de preferência e apetite por fontes de fibra suportam a hipótese de que, dada a oportunidade, aves sujeitas a dietas de baixa fibra procurarão por materiais grosseiros a fim de satisfazer a sua necessidade e apetite por fibra[122], podendo ingerir voluntariamente material de cama como a maravalha e penas, oriundas da bicagem de outras aves e também de exploração das próprias penas[142]. Pesquisadores sustentam esse comportamento de bicagem e em alguns casos conseqüente canibalismo, como alternativa a resposta das aves a sua atratividade por fibras, principalmente grossas, resultando em maior atividade da moela[99]. Acredita-se que com o acúmulo das fibras na moela é desencadeada uma saciedade temporária, reduzindo comportamentos de luta por alimentação, sobretudo em gaiolas de criação. Posteriormente, a moela é esvaziada parcialmente, por apresentar capacidade seletiva de partículas, retendo as partículas de alimentos diferentes e deixando passar os nutrientes para digestão e absorção a nível intestinal[122].

Silva et al.[163] avaliando aves caipiras criadas em sistemas semi-intensivo, encontraram menor taxa de permanência das aves no pasto, ou seja, o comportamento das aves foi afetado pelos fatores ambientais avaliados. Santos et al.[175] estudando comportamento de frangos caipiras, constataram maiores taxas de animais fora do galpão quando a área era enriquecida com poleiros e sombreamento.

Barbosa Filho et al.[164] observaram que poedeiras semi-pesadas criadas em cama com substrato de maravalha de madeira e palha de arroz, manifestaram comportamentos naturais, considerados de conforto e estresse. Os autores demonstraram que o sistema de criação em piso apresenta maior adequação às exigências de bem-estar, independente do tipo de cama utilizado.

Jong et al.[165] verificaram que poedeiras, quando há livre escolha entre diferentes substratos de cama, não expressam o banho de areia com regularidade nos substratos areia e maravalha, e verificaram a preferência dessas aves pela terra, assim como Olsson et al.[166] que, observaram a preferência das aves por banhos de terra.

Dietas com alto teor de fibra insolúvel também estão sendo apresentadas como alternativa a redução de comportamento de canibalismo em aves de postura. O aumento de fibra na dieta ocasiona maior taxa de passagem gastrointestinal e redução de nutrientes no lúmen intestinal incentivando o retorno das aves ao comedouro e ao consumo de alimento. Isso reduz o tempo em ócio e consequentemente a bicagem de crista e das penas de aves vizinhas[2,8], além de aumentar a digestibilidade do amido.

Resultados positivos com a inclusão de fibra na dieta de poedeiras, especialmente de fibra insolúvel, foram discutidos por Hartini et al.[141],em que a partir do uso de ração rica em fibra, pode-se reduzir a incidência de canibalismo e de arranquio de penas. Assim como a presença de elementos estruturais da parede celular dos grãos, a ingestão de material de cama também demonstrou capacidade de prevenir a incidência de canibalismo em poedeiras[167]. Isto devido à necessidade e ao apetite natural das aves por fibra, que em rações que não aportam uma quantidade mínima desse nutriente, interferem no consumo das aves, que buscam compensar voluntariamente a ausência de fibra na ração ingerindo madeira da cama e penas[168].

2.6.1. Avaliação de repertório comportamental de aves por imagens de vídeos

O comportamento animal foi por muito tempo realizado de forma direta[168] por observação visual dos animais em tempo real. O método é considerado dispendioso e

passível de erro, visto que não possibilitava a revisão das atividades desempenhadas pelo animal. A automação deste processo, por meio de câmeras de vídeo e programas de interpretação de imagens, tornou a interpretação dos comportamentos dos animais adequada[169].

A utilização de imagens de vídeos é uma técnica muito utilizada na avicultura de precisão e é um método não invasivo, simples e eficiente para obtenção de informações precisas dos ambientes em que as aves estão inseridas e seus comportamentos. Isto facilita a pesquisa avícola, bem como o desenvolvimento de sistemas de prevenção para bem-estar nas propriedades agropecuárias. Além de que, com o registro de vídeos, para posterior avaliação, permite aos pesquisadores a avaliação de várias aves do mesmo grupo no mesmo período de tempo, assim como a inter-relação com os outros indivíduo[170].

Vários estudos têm-se utilizado de técnicas de avaliação do comportamento de aves baseados em imagens[144],[171, 172,173]. O objetivo da análise de imagens, seja por um observador humano, seja por visão computacional, é extrair informações úteis e relevantes para cada aplicação desejada[174], não havendo, portanto, uma fórmula padrão para todas as situações.

Técnicas de análise de imagens para observar comportamentos baseados nas posturas corpóreas apresentadas pelas aves, tais como: o ato de beber, comer, investigar penas, parada, sentar e ciscar foram utilizados por Rodrigues[175]. Bizeray et al.[176] desenvolveram uma pesquisa com o objetivo de estudar a influência do acréscimo da complexidade ambiental nas atividades gerais de frangos de corte comerciais. Partiu-se do pressuposto de que poleiros e o estímulo ao comportamento forrageiro (usando o trigo) aumentariam a atividade física. As observações foram gravadas para distinguir os estados (parada, deitada ou empoleirada) e duração das atividades (comendo, bebendo, limpando as penas com o bico ou inativa). Foi contado também o número de ocorrências dos seguintes eventos: passos andados, corridas, interações agressivas, bicadas na cama e bicadas na parede. Concluíram que a presença de poleiros e de mudanças na iluminação modificou o tempo atividades, mas o material forrageiro não foi efetivo. E que o comportamento das aves pode ser modificado pelo ambiente de criação, apesar de existir alguns limites para as vantagens proporcionadas pelo enriquecimento ambiental.

3. REFERÊNCIAS

1. Praes MFFM, Junqueira OM, Pereira AA, Filardi RS, Duarte KF, Sgavioli S, Alva JCR, Domingues CHF. High-Fiber Diets with Reduced Crude Protein for Commercial Layers. Braz Jour of Poul Sci. 2014. 16(2): 43-50.
2. Hetland H,Choct M, Svihus B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. Worl Poul Sci J. 2004; 60: 415 – 22.
3. Scheideler SE,Jaroni D, Puthpongsiripron U. Strain, fiber source, and enzyme supplementation effects on pullet growth, nutrient utilization, gut morphology, and subsequent layer performance. J App Poul Res.1998; 7: 359-71
4. Coppini LZ,Waitzberg DL, Campos FG,Habr-Gama A. Fibras alimentares e ácidos graxos de cadeia curta. In: Waitzberg DL. Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica. 3.ed. São Paulo: Atheneu.2001; 79-94.
5. Macari M, Furlan RL, Gonzales E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. FUNEP/UNESP, Jaboticabal. 2008; 375p.
6. Stringhini JH, Andrade MA, Cunha MIR, Viana EF, Café MB, Royer AFB, Rezende PM. Aspectos sobre cria e recria de poedeiras comerciais. In: Albino LFT, Carvalho BR, Maia RC, Barros VRSM. Galinhas poedeiras: Criação e Alimentação. Viçosa: Aprenda Fácil. 2014; 31-86.
7. Neme R, Sakomura NK, Fukayama EH, Freitas ER, Fialho FB, Resende KT, Fernandes JBK. Curvas de crescimento e de deposição dos componentes corporais em aves de postura de diferentes linhagens. Rev Br Zoot. 2006; 35(3):1091-1100.
8. Krás RV, Kessler AM, Ribeiro AML, Henn JDi, Santos II dos, Halfen DP, Bockor L. Effect of dietary fiber and genetic strain on the performance and energy balance of broiler chickens. Rev. Bras.Cienc.Avic. 2013. 15: 15-19.
9. Maia RC, Tavernari FC, Albino LFT, Petrolli TG, Barros VRSM, Carvalho BR. Formação e qualidade de ovos. In: Albino LFT, Carvalho BR, Maia RC, Barros VRSM. Galinhas poedeiras: Criação e Alimentação. Viçosa: Aprenda Fácil. 2014; 273-336.
10. Rutz F, Anciuti MA, Xavier EG, Roll VFB, Rossi P. Advances in phyisiology of reproductiion in poultry. Rev Bras Reprod Anim, Belo Horizonte. 2007; 31(3): 307-317.
11. Johnson PA, Kent TR, Urick ME, Trevino LS, Giles JR.. Expression of anti-Mullerian hormone in hens selected for different ovulation rates. Reproduction. 2009; 137: 857–863.
12. Morais MRET, Velho ALMCS, Dantas SES, Fontenele Neto JD.Morphophysiology of avian reproduction I: Embryonic development, anatomy and histology of the reproductive system.Acta Vet Bras. 2012; 6(3): 165-176.
13. Brody TB, Siegel PB, Cherry JA. Age body weight and body composition requirements for the onset of sexual maturity of dwarf and normal chickens. British Poultry Science, 1984; 25: 245 – 252.
14. Baker ER. Body weight and the initiation of puberty. Clinical obstetrics gynecology. 1985; 28(3):573 – 579.
15. Costa FGP, Vieira DVG, Lima MR, Oliveira CFS. Fase de Produção I – Pré postura e primeiro ciclo de postura (até 40 semanas de idade). In: Albino LFT, Carvalho BR, Maia RC, Barros VRSM. Galinhas poedeiras: Criação e Alimentação. Viçosa: Aprenda Fácil. 2014; 101 - 188.
16. Lima Neto RC, Costa FGP, Silva JHV, Barros LR, Oliveira CFS, Costa JS. Crude protein and metabolizável energy levels for eggy-type pullets from 1 to 18 weeks of age. Ciênc. Agrotec. 2008; 32(1): 258-266.

17. Braz NM, Freitas ER, Bezerra RM, Cruz CEB, Farias NNP, Silva NM, Sá NL. Fibra na ração de crescimento e seus efeitos no desempenho de poedeiras nas fases de crescimento e postura. Rev Br Zoo. 2011; 40 (12): 2744-53.
18. Moro MEG, Ariki J, Malheiros EB. Avaliação dos níveis de proteína da dieta sobre a idade à maturidade sexual e produção de ovos de perdiz (*Rhynchotus rufescens* Temminek). Acta Scientiarum. 2002; 24(4): 997-1000.
19. Ito DT. Pontos críticos de manejo de poedeiras durante a fase de cria e recria. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNILOGIA AVÍCOLA, 2004, Santos. Anais... Santos: FACTA, 2004. 77-84
20. Kwakkel RP. Nutritional studies on body development and performance in laying-type pullets and hens: a multiphasic approach. In: WORLD'S POULTRY CONGRESS, 19., 1992, Amsterdam. Procedings... Amsterdam: [s.n.], 1992. 480-484.
21. Lima Neto RC, Costa FGP, Silva JHV, Barros LR, Oliveira CFS, Costa JS. Crude protein and metabolizável energy levels for eggy-type pullets from 1 to 18 weeks of age. Ciênc. agrotec., Lavras. 2007; 32(1): 258-266.
22. Barros LR. Níveis de proteína para frangas semipesadas no período de 1 a 18 semanas de idade. 2004. 43 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2004.
23. Campestrini E, Silva VTM, Appelt MD. Utilização de enzimas na alimentação animal. Revista Eletrônica Nutritime. 2005. 2:254-267.
24. Mateos GG, Jimenez-Moreno E, Serrano MP, Lazaro R. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. J App Poul Res. 2012; 21: 156-74.
25. Rodrigues RJB, Albino LFT, Rostagno HS, Gomes PC,Pozza PC,Neme R. Exigência de Metionina + Cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. Rev Bras Zoot, Viçosa. 2000; 29(2): 507-517.
26. Barros LR, Costa FGP, Costa JS, Silva EL, Silva JHV, Sakomura NK, Jordão Filho J, Oliveira CFS, Nascimento GAJ, Lima Neto RC, Brandão PA, Pascoal LAF, Faria DE, Santos AL. Exigências nutricionais de galinhas poedeiras. In: Simpósio Internacional Sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos, 2005, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 2005: 229-315.
27. Mertens DR. Creating a system for meeting the fiber requirement of dairy cows. J of Dairy Sci, Champaign. 1997; 80: 1463p.
28. Noskoski L. Influência da granulometria, da fibra insolúvel e de diferentes fontes protéicas em dietas de frangos de corte (Dissertação). Faculdade de Agronomia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006.
29. Cecchi HM. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2.ed. Campinas: UNICAMP, 2003.
30. Damoradan S. Química dos alimentos. Porto Alegre: Artmed, 2010.
31. Tungland BC, Meyer D. Nondigestible oligo- and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2002; 1(3): 73-92.
32. Warpechowski MB, Kessler AM, PophalS, Ebert AR, Ribeiro AML. Digestibilidade ileal verdadeira da proteína em frangos de corte sob dietas com diferentes níveis de proteína bruta. Act Scient Na Sci. 2006; 28: 281-7.
33. Bach Knudsen K E. The nutritional signifi cance of “dietary fi bre” analyses. Ani Feed Sci and Tech. 2001; 90(2): 3-20.

34. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal Dairy Science. 1991; 74: 3583-3597.
35. Montagne L, Pluske JR, Hampson DJ. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. Animal Feed Science and Technology. 2003; 108: 95-117.
36. Theuwissen E, Mensink RP. Water-soluble dietary fibers and cardiovascular disease. Physiology & Behavior. 2008; 94(2): 285–292.
37. Moreira I, Mourinho FL, Carvalho PLO, Paiano D, Piano LM, Kuroda Junior IS. Avaliação nutricional da casca de soja com ou sem complexo enzimático na alimentação de leitões na fase inicial. R. Bras. Zootec.2009. 38(12): 2408-2416.
38. Alberts B, Bray D, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P. Fundamentos da biologia celular. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006, 866p
39. Nelson DL, Cox MM. Princípios de bioquímica de Lehninger. 5. ed. Trad. F. Horn & Cols. São Paulo: Artmed, 2011.
40. Klock U. Química da madeira. 3 ed. Curitiba: 2005. 86p.
41. Tavernari FC, Morata RL, Ribeiro Júnior V, Albino LFT, Dutra Júnior WM, Rostagno HS. Nutritional and energetic evaluation of sunflower meal in broiler diets. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 2010; 62(1): 172-177.
42. Nelson DL, Cox MM. Princípios de bioquímica de Lehninger. 5. ed. Trad. F. Horn & Cols. São Paulo: Artmed, 2011.
43. Alberts B, Bray D, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P. Fundamentos da biologia celular. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2011, 866
44. Morgado E, Galzerano LA. Importancia dos Carboidratos na Alimentacao dos equinos. Revista Eletronica de Veterinaria. 2008; 9 (10) [Acesso 13 maio 2015]. Disponivel em: http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101008/101008.pdf.
45. Araújo JÁ, Silva JHV, Amâncio ALL, Lima MR, Lima CB. Uso de Aditivos na alimentação de aves. Acta Veterinária Brasílica, Mossoró. 2007; 1(3): 69-77.
46. Smits CHM, Annison G. Non-starch polysaccharides in broiler nutrition – towards a physiologically valid approach to their determination. World's Poult. Sci. J. 1996; 52: 203-221.
47. Andriguetto JM, Perly L, Minardi I, Gemael A, Fleming JS, Souza GA, Bona Filho A. Nutrição animal: alimentação animal. São Paulo: Nobel. 2003; 2: 426p
48. Bertechini A.G. Nutrição de monogástricos. Lavras: UFLA, 2006. 301p.
49. Giger-Reverdin S. Review of the main methods of cell wall estimation: interest and limits for ruminants. Anim. Feed Sci. Technol. 1995; 55(4): 295-334.
50. Brito MS. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos. Acta Veterinária Brasílica. 2008; 2 (4): 111-117.
51. Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant. 2th ed. New York: Cornell. University Press, 1994.
52. Santos FA, Queiróz JH, Colodette JL, Fernandes SA, Guimarães VM, Rezende ST. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. Quim. Nova. 2012; 35(5): 1004-1010.
53. Brett CT, Waldron KW. The molecular components o the wall. In: Brett CT, Waldron KW. Physiology and Biochemistry of Plant Cell Walls. 2. ed. London: Chapman & Hall, 1996;p. 5-43. cap. 2.
54. Saliba EOS, Rodriguez NM, Morais SAL, Piló-Veloso S. Lignins – isolation methods and chemical characterization. Ciência Rural, 2001; 31(5).
55. Van Soest PJ. Nutritional Ecology of the Ecology of the Ruminant. O &B. Books, Inc., Corvallis, OR. 1982.

56. Theander O, Aman P, Westerlund E, Andersson R, Pettersson D. Total dietary fiber determined as neutral sugar residues, uronic acid residues, and Klason lignin (the Uppsala method): Collaborative study. Jour of AOAC Inter.1995; 78: 1030–1044.
57. Castro Júnior FG, Camargo JCM , Castro AMMG, Budiño FEL. Fibra na alimentação de suínos. B. Indústr. Anim., N. Odessa. 2005; 62(3): 265-280.
58. Lapierre C. Application of new methods for the investigation of lignin structure. In: Jung, HG., Buxton DR, Hatfield RD. Forage cell wall structure and digestibility. Madison: American Society for Agronomy. 1993.133-163.
59. Saliba EOS, Rodriguez NM, Gonçalves LC. Caracterização microscópica da lignina dos resíduos agrícolas de milho e de soja submetidos à fermentação ruminal e seus efeitos sobre a digestibilidade da fibra. Arq Bras Med Vet Zootec. 1999; 51(1): 89-96.
60. Paes MCD. Manipulação da composição química do milho: impacto na indústria e na saúde humana. Artigo em Hypertexto. 2008; Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/milho/index.htm>. Acesso em: 1/10/2017.
61. Ferreira WM. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: Simpósio Internacional de Produção de Não Ruminantes, Maringá. Anais... Maringa: SBZ, 1994. 31: 85-113.
62. Arruda AMV, Lopes DC, Ferreira WM, Rostagno HS, Queiroz AC, Pereira ES, Silva JF, Jham GM. Atividade microbiana cecal e contribuição da cecotrofia em coelhos com rações contendo diferentes níveis de amido e fontes de fibra. Ver Bras Zootec. 2003; 32(4): 891-902.
63. Arruda AMV, Fernandes RTV, Oliveira JF, Filgueira TMB, Fernandes DR, Galvão RJD. Valor energético de fenos de forrageiras do semi-árido para aves Isa Label. Acta Veterinaria Brasilica. 2010; 4(2): 105-112.
64. Arruda AMV, Filgueira TMB, Fernandes RTV, Melo ASS, Souza DH, Oliveira JF. Avaliação nutricional do feno de mata pasto com aves caipiras. Acta Vet Bras. 2010; 4(3): 193-198.
65. Zambom MA, Alcalde CR, Hashimoto JH. Parâmetros digestivos, produção e qualidade do leite de cabras Saanen recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. Acta Scientiarum. 2007; 29(3): 309-316.
66. Fengel D, Wegener G. Wood: chemistry, ultrastructure, reactions. Berlin: Walter de Gruyter, 1989. 613 p.
67. Rodríguez-Palenzuela P, Garcia J, De Blas C. Fibra soluble y su implicación en nutrición animal: enzimas y probióticos. In: Curso de Especialización FEDNA, 14., 1998, Barcelona. Palestras... Barcelona: FEDNA, 1998; 229-239.
68. Zhongdong L, Guohua W, Yunchang G, Kennedy JF. Image study of pectin extraction from orange skin assisted by microwave. Carbohydrate polymers, Barking. 2006; 64(4):548-552.
69. Paiva EP, Lima MS, Paixão JA. Pectina: Propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. 2009. Rev. Iberoam. Polim., 10(4), 196-211.
70. Filisetti TMCC, Lobo AR. Fibra alimentar e seu efeito na biodisponibilidade de minerais. In: Cozzolino SMF. Biodisponibilidade de nutrientes. Barueri: Manole. 2007. cap. 7, p. 175-215.
71. Barrera AM, Ramírez JA, González-Cabriales JJ, Vázquez M. Effect of pectins on the gelling properties of surimi from silver carp. *Food Hydrocolloids*. 2002; 16: 441-447

72. Sang-Ho Y, Fishmanb ML, Hotchkiss Jr. AT, Leec HG. Viscometric behavior of high-methoxy and low-methoxy pectin solutions. Food Hydrocolloids. 2006; 20: 62–67.
73. Willatsa WGT, Knoxb PJ, Mikkelsenc JD. Pectin: new insights into na old polymer are starting to gel. Trends in Food Sci Tech. 2006; 17:97-104.
74. Ramos LSN, Lopes JB, Figueirêdo AV, Freitas AC, Farias LA, Santos LS, Silva HO. Polpa de caju em rações para frangos de corte na fase final: desempenho e características de carcaça. Rev Bras Zoot. 2006; 35(3): 804-810.
75. Morita VS. Efeito da pectina cítrica sobre o desenvolvimento e a saúde do intestino delgado de frangos de corte. Jaboticabal, 2011. 144f ; Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011.
76. Langhout DJ, Schutte JB, Van Leeuwen P, Wiebenga J, Tamminga S. Effect of dietary high-and low-methylated citrus pectin on the activity of the ileal microflora and morphology of the small intestine wall of broiler chicks. British Poultry Science. 1999; 40:340-47.
77. Carré B, Gomez J, Chagneau AM. Contribution of oligosaccharide and polysaccharide digestion, and excreta losses of lactic acid and short chain fatty acids, todietary metabolisable energy values in broiler chickens and adult cockerels. Brit Poul Sci, London. 1995. 36: 611-629.
78. SilvaVK, Morita VS, Boleli IC. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com pectina na ração. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec 2012; 64(4): 1017-1026.
79. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 235 p.
80. Macedo Júnior GL, Zanine AM, Borges I, Olalquiaga Pérez JRO. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. Ciência Animal, Goiânia. 2007; 17(1): 7-17.
81. Van Soest PJ, Robertson, JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J of Dairy Sci. 1991; 74: 3583-97.
82. Meyer JH, Logfgreen JP. The comparative energy requirements of sheep and cattle for maintenance and gain. J of Ani Sci. 1959; 18(2): 528- 547.
83. Geron LJV, Cabral LS, Trautmann-Machado RJ, Zeoula LM, Oliveira EB, Garcia J, Gonçalves MR, Aguiar RPS. Avaliação do teor de fibra em detergente neutro e ácido por meio de diferentes procedimentos aplicados às plantas forrageiras. Semina: Ciências Agrárias, Londrina. 2014; 35(3): 1533-1542.
84. Teixeira AS. Alimentos e alimentação dos animais. Lavras: UFLA/Faepe. 2003; 1(5): 241 p.
85. Van Soest PJ. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. Determination of plant cell-wall constituents. J of the Assoc of Official Analy Chem. 1963; 48: 829–835.
86. Van Soest PJ, Wine RH. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. J of the Assoc of Offic Analy Chem. 1967;50:50-5.
87. Bertechini AG. Nutrição de monogástricos. Lavras: Ed. UFLA. 2012; 373p.
88. Adeola O, Jendza JA, Southern LL, Powell S, Asiedu AO. Contribution of exogenous dietary carbohydrases to the metabolizable energy value of corn distillers grains for broilers chickens. Poul Sci. 2010; 89(9): 1947 – 1954.
89. Larbier M, Leclerq B. Nutrition and feeding of poultry. INRA: Nottingham University Press, 1994, 213p

90. Sakomura NK, Rostagno HS. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: FUNEP; 2007. 283.
91. Sibbald IR. Passage of feed through the adult rooster. Poult. Sci. 1979; 58, 446–459.
92. Roediger WEW. Utilization of nutrients by isolated epithelial cells of the rat colon.Gastr.1982; 83: 424-9.
93. Huang KH, De Beer M. Influence of feed form on intake preference and performance of young broilers. Proc. Austr. Poult. Sci. Symp. 2010; 21, 103–106.
94. Silva VK, Morita VS, Boleli IC. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com pectina na ração. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., Belo Horizonte. 2012. 6(4): 1017-1026.
95. Bach Knudsen, K. E. 2001. The nutritional significance of "dietary fibre" analysis. Anim. Feed Sci. Technol.2001; 90:3–20.
96. González-Alvarado JM, Jiménez-Moreno E, Lázaro R, Mateos GG. Effects of type of cereal,heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. Poul Sci. 2007; 86: 1705–15.
97. Bertechini AG. Fatores nutricionais que afetam a viscosidade intestinal. Rev Alim Ani. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal – Sindirações. 2000; 19.
98. Van Krimpen MM, Kwakkel RP, VanPeet-Schwering CMC, DenHartog LA,Verstegen MWA. Effects of nutrient dilution and nonstarch polysaccharide concentration in rearing and laying diets on eating behavior and feather damage of rearing and laying hens. Poul Sci. 2009;88: 759–73.
99. Hetland H, Svihus B, Choct M. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. Jour App Poul Research. 2005; 14:38-46.
100. Amaral GF. Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. BNDES Setorial, Rio de Janeiro. 2014; 43:167-207.
101. Hetland H, Choct M. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. In Proceedings of the 14 th European Symposium of Poultry Nutrition, Lillehammer, Norway. 2003. 64-69.
102. Sacranie A, Svihus B, Denstadli V, Moen B, Iji PA, Choct M. The effect of insoluble fiber and intermittent feeding on gizzard development, gut motility, and performance of broiler chickens. Poultry Science. 2012; 91 :693–700.
103. Svihus B. The gizzard: Function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. W PoulSci J. 2011; 67: 207–24
104. Hetland H, Svihus B, Olaisen V. Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility, and duodenal particle size distribution in broiler chickens. Br. Poult. Sci. 2002; 43:416–423.
105. Frikha M, Safaa HM, Serrano MP, Arbe X, Mateos GG. Influence of the main cereal and feed form of the diet on performance and digestive tract of brown-egg laying pullets. Poult. Sci. 2009; 88: 994–1002.
106. Saki AA, Matin HRH, Zamani P, Mirzaaghatabar F. Non starch polysaccharides and broiler responses. World Appl. Sci. J. 2011; 15:192–198.
107. Andriguetto JM, Perly L, Minardi I, Gemael A, Flemming JS, Souza GA, Filho AB. Nutrição Animal. São Paulo: Nobel, 2002; 1: 396p.
108. Hopwood DE, Pethick DW, Pluske JR, Hampson DJ. Addition of pearl barley to a rice – based diet for newly weaned piglets increased the viscosity of intestinal contents, reduces starch digestibility and exacerbates post – weaning colibacillosis. Brit J of Nut. 2004; 92: 419 – 427.

109. Amerah AM, Ravindran V, Lentle RV. Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. BrPoulSci. 2009; 50: 366– 75.
110. González-Alvarado JM, Jiménez-Moreno E, González-Sánchez D, Lazaro R,Mateos GG. Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age.An Feed Sci Tech. 2010; 162: 37 – 46.
111. Mateos GG, Jimenez-Moreno E, Serrano MP, Lazaro R. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. J App Poul Res. 2012; 21: 156-74.
112. Loureiro RRS, Rabello CBV,Ludke JV, Dutra Júnior WM, Guimarães AAG, Silva JHV. Farelo de tomate (*Lycopersicumesculentum Mill.*) na alimentação de poedeiras comerciais. ActScient. An Sci.2007; 29(4): 387-94.
113. Araújo DM, Silva JHV, AraújoJA, Teixeira ENM, Jordão Filho J, Ribeiro MLG. Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de recria. Rev Br Zoo. 2008; 37(1): 67-72.
114. Braga CVP de, Fuentes MFF de, Freitas ER, Carvalho LE de, Sousa FM de, Bastos SC. Efeito da Inclusão do Farelo de Coco em Rações para Poedeiras Comerciais. Revista Brasileira de Zootecnia. 2005; 34 (1): 76-80 [citado 22 maio 2015]. Disponível em:http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-59820050000100010. http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000100010.
115. Josefiak D, Rutkowski A, Martin SA. Carbohydrate fermentation in the avian ceco: a review. Animal Feed Science and Technology. 2004; 113: 1-15.
116. Pinheiro CC, Rego JCC, Ramos TA, Silva BKR,Warpechowski MB.Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. Ciên An Br. 2008; 9 (4): 984-96.
117. Conte AJ, Teixeira AS, Fialho ET, Schoulten NA, Bertechini AG. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. Rev Bras Zootec. 2003; 32 (5): 1147 – 1156.
118. Nagashiro C. Enzimas na nutrição de aves. Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola.; 2007; Santos, Brasil. Anais. FACTA. 2007. 307-327.
119. Choct M. Feed polysaccharides: nutritional roles and effect of enzymes. In: IV Congresso Latino Americano de Nutrição Animal - IV CLANA. Estância de São Pedro. 2010: 65-78.
120. Shakouri MD,Kermanshahi H, Mohsenzadeh M. Effect of different non starch polysaccharides in semi purified diets on performance and intestinal microflora of young broiler chickens. Int J Poul Sci. 2006; 5: 557–61.
121. Ferreira WM, Saad FMOB, Pereira RAN. Fundamentos da nutrição de coelhos, 2008. [Acesso 20 de Janeiro de 2017]. Disponível em URL: http://www.coelhoecia.com.br/Zootecnia/Trabalhos.htm.
122. Vergara P, Jimenez M, Ferrando C. Age influence on digestive transit time of particulate and soluble markers in broiler chickens. Poultry Science, Champaign. 1989. 68: 185-189.
123. Van Krimpen MM, Kwakkel RP, VanPeet-Schwering CMC, DenHartog LA,Verstegen MWA. Effects of nutrient dilution and nonstarch polysaccharide concentration in rearing and laying diets on eating behavior and feather damage of rearing and laying hens. Poul Sci. 2009;88: 759–73.

124. Perez VG, Jacobs CM, Barnes J, Jenkins MC,Kuhlenschmidt MS, Fahey GC, Parsons CM, Pettigrew JE. Effect of corn distillers dried grains with solubles and *Eimeria acervulina* infection on growth performance and the intestinal microbiota of young chicks. Poul Sci. 2011; 90: 958–64.
125. Dunkley KD, Duncley CS, Njongmeta NL, Callaway TR, Hume ME, Kubena LF, Ninbet DJ, Ricke SC. Comparison of in vitro fermentation and molecular microbial profiles of high fiber feed substrates incubated with chiken cecal inocua. Poul Scie. 2007; 86: 801 – 10.
126. Malathi V, Devegowda G. In vitro evaluation of nonstarch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes. Poul Sci, Savoy. 2001; 80(3): 302 -305.
127. Ruiz US, Complexo enzimático para suínos: digestão, metabolismo, desempenho e impacto ambiental. Rev Bras de Zoo, Viçosa. 2008; 37(3):458 – 468.
128. Sá FC. Efeito da suplementação de enzimas sobre o processamento e digestibilidade de dietas extrusadas para cães contendo farelo de trigo. 2011. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011. 45 f.
129. Cabral NO, Matoas MB, Tardochi CFT, Lopes RSG, Soares RTRN. Aproveitamento dos PNA´s presentes em cana de açúcar com adição de enzimas para suínos. Ver Eletrônica Nutritime. 2013; 10(1): 2209 – 2216.
130. Bedford FR. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. Animal Feed Science and Technology. 1995; 53:145-155.
131. Wilkinson SJ, Selle PH, Bedford MR, Cowieson AJ. Separate feeding of calcium improves performance and ileal nutrient digestibility in broiler chicks. Anim. Prod. Sci. 2014; 54: 172–178.
132. Santos FA, Queiróz JH, Colodette JL, Fernandes SA, Guimarães VM, Rezende ST. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. Quim. Nova, 2012. 35(5): 1004-1010.
133. Gouveia ER, Nascimento RT, Souto-Maior AM. Validação de metodologia para a caracterização química de bagaço de cana-de-açúcar. Quim. Nova, 2009. 32(6): 1500-1503.
134. Farm Animal Welfare Committee. Updates the five freedoms. Veterinary Record. 1992; 131(357).
135. Becker BG. Bem-estar animal em avicultura. 7° simpósio Brasil sul de avicultura; 2006; Chapecó, Brasil. Anais. VII simpósio Brasil sul de avicultura, 2006; 1: 149-153.
136. Randall M.ThePhysiologyof Stress: Cortisol andtheHypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis. DUJS Online - The Dartmouth Undergraduate Journal of Science, 2010. [Acessoem 18 Abril 2015]. Disponível em: http://dujs.dartmouth.edu/fall-2010/the-physiology-of-stress-cortisol-and-the-hypothalamic-pituitary-adrenais#.VYMW9flViko. Farm Animal Welfare Council's.
137. Ferrante V, Verga M, Mangiagalli MG. Behaviour reactions, semen quality and testosterone levels in cocks: genetic implications. Animal Welfare 2001; 10 (3): 269-279.
138. Silva MAN, Filho PH, Rosário MF, Coelho AAD, Savino VMS, Garcia AAF, Silva IJA, Menten JFM. Influência do Sistema de Criação sobre o Desempenho, a Condição Fisiológica e o Comportamento de Linhagens de Frangos para Corte. Revista Brasileira de Zootecnia 2003; 32: 208-213.
139. Campos E J. O comportamento das aves. Revista Brasileira de Ciência Avícola. 2000 ; 2: 93-113.

140. Alcock J. O comportamento animal: uma abordagem evolutiva. Artmed 2011; (9): 624
141. Hartini S, Choct M, Himch G, Kocher A, Nolan J V. Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of isa brown laying hens. Jour of Appl Poul Research. 2002. 11: 104–110.
142. Abrahamsson P, Tauson R. Aviary Systems and conventional cages for laying hens. Ani Sci. 1995; 45: 191-203.
143. Alves SP, Oliveira da Silva IJ, Piedade SMS. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. R. Bras. Zootec, 2007. 36(5):1388-1394.
144. Barbosa Filho JAD, Silva IJO, Silva MAN, Silva CJM. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. EngenhariaAgrícola. 2007; 27(1):93-99.
145. Rudkin C, Stewart G.D. Behaviour of hens in cages - A pilot study using video tapes. A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation. 2003; 40 (477): 102.
146. Jones RB. Assesment of fear in adult laying hens: correlational analysis of methods and measures. Bras Poul Sci. 1987; 28: 319–326.
147. Keeling L. Spacing behaviour and an ethological approach to assessing optimum space allocations for groups of laying hens. App Ani Beh Sci. 1995; 44; 171‑186. 154 Maudlin JM. Applications of behavior to poultry management. Poultry Science. 1992; 71: 634-642.
148. Menezes PC de, Cavalcanti VFT, Lima ER de, Evêncio Neto J. Aspectos produtivos e econômicos de poedeiras comerciais submetidas a diferentes densidades de alojamento. Revista Brasileira de Zootecnia. 2009;38: 2224-2229.
149. Pereira DF, Batista ES dos, Sanches FT, Gabriel Filho LRA, Bueno LGF de. Comportamento de poedeiras criadas a diferentes densidades e tamanhos de grupo em ambiente enriquecido. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 2013; 48(6):682-688.
150. Guo YY, Song ZG, Jiao HC, Song QQ, Lin H. The effect of group size and stocking density on the welfare and performance of hens housed in furnished cages during summer. Animal Welfare.2012; 21:41‑49.
151. Fraser AF, Broom DM. Farm animal behavior and welfare. 3rd ed. London: Baillière Tindall, 1990. 437p.
152. Zimmerman PH, Lindberg AC, Pope SJ, Glena E, Bolhuis E, Nicol CJ. The effect of stocking density, flock size and modified management on laying hen behaviour and welfare in a non‑cage system. Applied Animal Behaviour Science. 2006; 101: 111‑124.
153. Bestman M, Koene P, Wagenaar JP. Influence of farm factors on the occurrence of feather pecking in organic reared hens and their predictability for feather pecking in the laying period. Applied Animal Behaviour Science. 2009; 121: 120‑125.
154. Cloutier S, Newberry R.C, Forster CT, Girsberger KM. Does pecking at inanimate stimuli predict cannibalistic behavior in domestic fowl? Applied Animal Behavior Science. 2000: 119-133
155. Leeson S, Morrison WD. Effect of feather cover on feed efficiency in laying birds. Poultry Science. 1978; 57: 1094-1096
156. Tauson R, Svensson S.A. Influence of plumage condition on the hen's feed requirement. Swedish Journal Agricultural Research. 1980; 10: 35-39.
157. Hunton P. The beak trimming controversy. World Poultry,1998; 14 (2): 42-43.

158. Craig JV, Lee HY. Beak trimming and genetic stock effects on behavior and mortality from cannibalism in White Leghorn-type pullets. Applied Animal Behavior Science. 1990; 25: 107-123.
159. Craig JV. Measuring social behavior in poultry. Poultry Science.1992; 71 (4): 650-7.
160. Lee H Y, Craig J V. Beak trimming effects on behavior patterns, fearfulness, feathering, and mortality among three stocks of white Leghorn pullets in cages on floor pens. Poultry Science. 1991; 70: 211,221.
161. Beckman B. Debicagem. SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS; 1994; São Paulo, Brasil. Anais. APA. 1994: 117-121
162. Muir WM, Craig J V. Improving animal wellbeing through genetec selection. Poultry. Science.1998; 77: 1781-1788.
163. Silva MAN, Hellmeister Filho P, Rosário MF, Mertins E, Coelho AAD, Savino VJM, Silva, IJO, Menten JFM. Adaptação de Linhagens de Galinhas para Corte ao Sistema de Criação Semi-Intensivo. Revista Brasileira de Ciência Avícola. 2002; 4 (3): 219 – 225.
164. Barbosa Filho JA, Garcia ERM. Estudo do Comportamento de Poedeiras Semipesadas Criadas em Diferentes tipos de Cama. 7° Encontro Nacional da Indústria e Construção; 2011; Anais do 7° ENIC encontro nacional da indústria e construção.
165. Jong IC de, Wolthuis-Fillerup M, Reenen CG van. Strength of preference for dustbathing and foraging substrates in laying hens. Applied Animal Behaviour Science. 2007; 104: 24-36.
166. Olsson IAS, Duncan IJH, Keeling L, Widowski TM. How important is social facilitation for dustbathing in laying hens. Applied Animal Behaviour Science. 2002; 79: 285-297.
167. Aerni V, El-Lethey H, Wechsler B. Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. British Poultry Science. 2000; 41: 16–21.
168. Del-Claro K. Comportamento animal: uma introdução à ecologia comportamental. Jundiaí: Conceito; 2004. 132p.
169. Abrahamsson P. Furnished cages and aviaries for laying hens: Effects on production, health and use of facilities. Swedish University of Agricultural Sciences, Upsala. Department of Animal Nutrition and Management, 1996, (Report 234).
170. Dusenbery DB. Using a microcomputer and video camera to simultaneously track 25 animals. Computers in Biologyand Medicine Veterinary. 1985; 15(4): 169-175.
171. Cordeiro MB. Análise de imagens na avaliação do comportamento, do bem-estar e do desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento. [Tese]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2007.
172. Gerritzen M, Lambooij B, Reimert H, Stegeman A, Spruijt B. A note on behaviour of poultry exposed to increasing carbon dioxide concentrations. Applied Animal Behaviour Science. 2007;108:179-185.
173. Leone EH, Estevez I, Christman MC. Environmental complexity and group size: Immediate effects on use of space by domestic fowl. Applied Animal Behaviour Science. 2007; 102: 39-52.
174. Sergeant D, Boyle R, Forbes M. Computer visual tracking of poultry. ComputersandElectronics in Agriculture. 1998. 21: 1-18.
175. Rodrigues VC. Distribuição espacial e bem-estar de aves poedeiras em condições de estresse e conforto térmico utilizando Visão Computacional e Inteligência Artificial. [dissertação]. Piracicaba: Esalq: Escola de Engenharia Agronômica; 2006.

176. Bizeray D, Estevez I, Leterrier C, Faure JM. Effects of increasing environmental complexity on the physical activity of broiler chickens. Applied Animal Behavior Science. 2002; 79 (1): 27–41.

CAPÍTULO 2

FONTES E NÍVEIS DE FIBRA NA FASE DE CRIA DE FRANGAS DE POSTURA COMERCIAL

Projeto Aprovado Integralmente pela Comissão de Ética do Uso de Animais – CEUA Protocolo n°078/2014.

CAPÍTULO 2 - FONTES E NÍVEIS DE FIBRA NA FASE DE CRIA DE FRANGAS DE POSTURA COMERCIAL

Resumo: Avaliar o desempenho, desenvolvimento de órgãos e coeficiente de metabolizabilidade de frangas, na fase de cria alimentadas com níveis de fibra bruta. O trabalho foi realizado na Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO, utilizando-se 300 pintainhas da linhagem Bovans White, em DIC com arranjo fatorial 2x2+1: dois níveis de fibra bruta na dieta (3,0% e 3,5 % de FB) duas fontes (farelo de trigo e bagaço de cana) e um tratamento testemunha (milho e farelo de soja), totalizando cinco tratamentos, com seis repetições de 10 aves. Avaliou-se o desempenho, peso relativo de carcaça e órgãos, digestibilidade da MS, PB, FDN e FDA. Obteve-se maior consumo de ração da rações com 3,0 e 3,5 % de bagaço de cana e melhor conversão alimentar com o testemunha. Maior ganho de peso e peso médio total com 3,0% de fibra e bagaço de cana. Maior peso do ceco com 3,5 % de FB na dieta, maior comprimento de intestino total nas aves com 3,0% de FB e farelo de trigo e maior comprimento de intestino delgado com as dietas com 3,0% e 3,5 % e farelo de trigo. A largura da moela foi menor com a utilização de 3,5% de fibra bruta e com a inclusão de bagaço de cana. Obteve-se maior coeficiente de metabolizabilidade da FDN com bagaço de cana com 21 dias e com 3,5% de FB com 42 dias. A inclusão de 3,0 % fibra bruta e farelo de trigo melhora o desenvolvimento dos intestinos das aves.

Palavras-chave: bagaço de cana, desempenho, farelo de trigo, metabolizabilidade, órgãos.

CHAPTER 2 - SOURCES AND LEVELS OF FIBER IN THE BABY BIRDS FROM COMMERCIAL STANCE

Abstract: Evaluate the performance, organ development and metabolizabilidade coefficient of pullets in the fiber levels fed creates. The work was performed at the Federal University of Goiás, Goiânia – GO, using 300 White Bovans line vipul, DIC with 2 x 2 factorial arrangement +1: two levels of crude fiber in the diet (3.0% and 3.5% FB) two sources (wheat bran and bagasse) and a tr witness tying (corn and soybean meal), totaling five treatments, with six repetitions of 10 birds. Assessed the performance, carcass and organs relative weight, digestibility of DM, CP, FDN and FDA. Obtained higher feed intake of rations with 3.0 and 3.5% from bagasse and better feed conversion with the witness. Greater weight gain and total average weight with 3.0% of fibre and bagasse. Greater weight of the cecum with 3.5% FB in the diet, increased length of intestine total in birds with 3.0% of FB and wheat bran and greater length of small intestine with the diets with 3.0% and 3.5%, and wheat bran. The width of the gizzard was lower with the use of 3.5% crude fiber and with the inclusion of bagasse. Obtained greater metabolizabilidade coefficient of FDN with bagasse with 21 days and with 3.5% FB with 42 days. The inclusion of 3.0% crude fiber and wheat bran improves the development of intestines of birds.

Keywords: bagasse, metabolizable, organs, performance, wheat bran.

1. INTRODUÇÃO

Alterações fisiológicas ocorridas na fase inicial de frangas de reposição definem a qualidade da formação do tecido esquelético e nervoso, empenamento, maturidade sexual e características de formação da estrutura e peso corporal das aves e podem comprometer desempenho das aves na fase de produção[1,2,3].

Quando jovens, a recomendação do conteúdo de fibra na formulação de rações para frangas em prioridade fisiológica de crescimento visceral (1 a 5 semanas) é baixa [4,5]. Contudo resultados obtidos com a inclusão 2,5 % de fibra bruta ração de aves em crescimento, demonstraram benefícios no desenvolvimento do trato digestório das aves, na digestão de nutrientes e na eficiência alimentar[6]. A partir do aumento do tempo de retenção da digesta no inglúvio, observa-se melhora na função da moela, estimulando a produção de HCl no proventrículo[7,8]. Loureiro et al.[9] alimentaram poedeiras com níveis crescentes (0, 5, 10, 15, 20%) de farelo de tomate (47,28 % FB, 56,04% FDN e 45,91% FDA) e perceberam maior consumo de ração das aves submetidas à maiores níveis de farelo. Isto, segundo os autores, pode ser relacionado ao aumento da taxa de passagem do alimento pelo trato gastrintestinal causado pela fibra, diminuindo, assim, o aproveitamento adequado dos nutrientes e dessa forma, as aves aumentam o consumo visando suprir suas necessidades nutricionais. Já González-Alvarado et al.[10] mostraram alteração positiva no desenvolvimento dos órgãos digestivos de aves com a inclusão de fibra na dieta, com aumento da secreção de HCL, ácidos biliares e enzimas melhorando a digestibilidade de nutrientes e desempenho animal [10,11].

Os diferentes tipos de fibras que compõem a parede celular dos vegetais atuam por diferentes mecanismos no sistema gastrointestinal. As fibras solúveis, presentes em maior quantidade na composição do farelo de trigo podem produzir alta viscosidade no intestino delgado das aves e desse modo inibir a digestão e absorção de podem diminuir a digestão e a absorção dos lipídios dietéticos, sequestrar os ácidos biliares, aumentar a produção de ácidos graxos de cadeias curta no cólon devido à fermentação, e/ou diminuir a porcentagem de ácidos biliares primários na bile[12]. Fibras insolúveis, como do bagaço de cana podem aumentar o tempo de retenção no papo e moela estimulando seu desenvolvimento e produção de enzimas endógenas, melhorando a digestibilidade do amido, lipídios e outros componentes dietéticos[2,10]. Contudo, em trabalhos descritos por Gonzáles et al.[13] verificou-se que, independente da diluição nutricional provocada pela fibra nas dietas, a inclusão moderada de fibra na ração de aves

aumentou os órgãos digestivos, alterando seu desenvolvimento e provocando elevada da secreção de HCL, ácidos biliares e enzimas[14] melhorando a digestibilidade de nutrientes e desempenho animal[15,16].

Neste contexto, objetivou-se avaliar o desempenho, desenvolvimento de órgãos e digestibilidade de nutrientes de frangas leves na fase de cria (1° a 6° semanas de idade), alimentadas com dois níveis de fibra bruta na dieta, a partir da inclusão de bagaço de cana e farelo de trigo na formulação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no aviário experimental da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia – Goiás, Brasil. O projeto de pesquisa foi analisado e aprovado integralmente pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFG) sob protocolo nº078/2014.

Foram utilizadas 300 pintainhas da linhagem Bovans White, obtidas da Granja Lovair Lucio de Nardi, Mercoaves Comércio de Aves Ltda, de Caxias do Sul – RS, alojadas em baterias com gaiolas de arame galvanizado, com 50 cm × 50 cm × 45 cm, equipada com comedouro e bebedouro tipo calha em chapa galvanizada, com capacidade para 10 aves cada.

As aves foram recebidas com um dia de idade e foram criadas a partir da 1ª semana de idade até a 6ª semana, seguindo as recomendações contidas no manual da linhagem (Bovans White da ISA - Hendrix Genetics Company) previamente vacinadas em incubatório contra a doença de Marek e Bouba aviária. Posteriormente, durante o período experimental, foram vacinadas contra as doenças de Gumboro, aos 7, 21 e 35 dias de idade, bronquite infecciosa e New Castle, aos 14 dias (Bovans White da ISA - Hendrix Genetics Company). A debicagem das aves foi realizada aos 10 dias de idade, utilizando-se debicador automático elétrico de marca Avifag®. O programa de luz adotado disponibilizava luz natural e artificial, respeitando as recomendações contidas no Manual de Manejo Bovans White (Isa Poultry, 2015)

As instalações experimentais foram previamente higienizadas, com cuidados dispensados quanto à qualidade e sanidade dos equipamentos para o recebimento das pintainhas evitando a incidência de doenças e ferimentos. O número de manejadores também foi limitado ao tratador e aos acadêmicos envolvidos na pesquisa evitando o estresse dos animais durante as atividades desenvolvidas no experimento.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2x2+1, sendo dois níveis de fibra bruta na dieta (3,0% e 3,5 % de FB) duas fontes de fibra (farelo de trigo e bagaço de cana) e um tratamento testemunha (ração base composta por milho e farelo de soja), totalizando cinco tratamentos, com seis repetições de 10 aves cada na fase de cria.

As rações experimentais utilizadas foram isoproteicas e isoenergéticas, com níveis distintos de fibra, formuladas segundo as recomendações nutricionais contidas no manual de criação da linhagem Bovans White da ISA (Hendrix Genetics Company) e, produzidas na fábrica de ração do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás. Os níveis de fibra incluídos na dieta foram determinados a partir da formulação da dieta basal, definida como tratamento controle, com milho e farelo de soja, considerando a inclusão máxima de 2,5% de fibra bruta, em dietas para animais monogástricos proposta por Bertechini [17].

Posteriormente, para os demais tratamentos adotaram-se os níveis de inclusão de dieta 3,0 % e 3,5 % de fibra bruta na dieta, com a utilização de bagaço de cana como fonte de fibra insolúvel e o farelo de trigo como fonte de fibra solúvel (Tabela 1), determinando-se também a composição das frações constituintes da parede celular do bagaço de cana e farelo de trigo (Tabela 2).

TABELA 1 - Composição percentual e nutricional das dietas experimentais na fase de cria I (1-6 semanas de idade)

Ingredientes	Controle	Bagaço de cana		Farelo de trigo	
		3,0 %	3,5%	3,0 %	3,5%
Milho	65,30	65,78	60,00	63,63	51,20
Farelo de soja 45%	24,00	28,01	27,30	28,91	28,50
Calcário	1,50	1,10	1,05	1,20	1,20
Fosfato bicálcico	2,00	1,82	1,90	1,77	1,70
Amido	2,50	1,00	1,10	0,00	1,40
Sal comum	0,80	0,41	0,45	0,41	0,45
Dl-metionina	0,50	0,14	0,30	0,12	0,20
Treonina	1,30	0,00	0,40	0,00	0,00
Lisina	0,60	0,04	0,50	0,00	0,05
Premix vit[1]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix mineral[2]	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Óleo	0,00	0,00	2,00	1,04	4,80
Bagaço de cana	0,00	1,23	4,50	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	2,53	10,00
Total	100	100	100	100	100

TABELA 1 - Composição percentual e nutricional das dietas experimentais na fase de cria I (1-6 semanas de idade) (continuação)

Composição Nutricional (%)					
Proteína	18,0	18,0	18,00	18,00	18,00
EM (kcal/kg)	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
Fibra bruta	2,5	3,0	3,5	3,0	3,5
FDN (%)**	14,8	17,7	19,7	19,1	25,3
FDA (%)**	11,6	12,1	13,1	12,0	14,6
Cálcio	1,34	0,95	0,94	0,94	0,95
P disponível	0,46	0,44	0,45	0,44	0,44
Sódio	0,34	0,18	0,19	0,18	0,20
Lisina DIG	1,22	0,87	0,90	0,88	0,92
Metionina DIG.	0,73	0,39	0,54	0,38	0,45
Met + Cist DIG.	0,95	0,64	0,78	0,64	0,71
Treonina DIG.	1,83	0,62	0,69	0,64	0,62

[1]Suplemento vitamínico para frangas – Fase inicial/crescimento: vit. A - 1.600.000 UI; vit. D3 - 550.000 UI; vit. E - 2.500 mg; vit. K3 - 360 mg; vit. B1 - 480 mg; vit. B2 – 1.200 mg; vit. B6 - 500 mg; vit. B12 – 2.400 mg; Niacina *(niacin)* – 7.600 mg; Ác. Pantotênico (*pantothenicacid*) – 2.400 mg; Ác. fólico *(folicacid)* – 200 mg; Metionina - 200.000 mg; Colina – 60.000mg; L-lisina (*L- lysine*) – 20.000 mg; Salinomicina– 20.000 mg; Biotina – 12 mg; Bioxido Si – 20 g. [2]Suplemento mineral *(Mineral supplement)*: Fe - 10.000 mg; Cu – 1.800 mg; Zn – 15.000 mg; Mn –16.000 mg; I - 180 mg; Se – 60 mg.Dig: Digestível; * Calculada; ** Determinada.

TABELA 2 - Composição em frações da parede celular das fontes de fibra (Bagaço de Cana: BC e Farelo de Trigo: FT) utilizadas nas formulações das rações experimentais

	Fração		Açúcares de constituintes*								Total
Alimento	FDN[1]	FDA[2]	Rha	Fuc	Ara	Xyl	Man	Gal	Glu	GalA	g/100g
BC	59,5	56,0	0,1	0,1	2,1	2,4	0,3	1,4	3,5	0,8	10,7
FT	44,6	16,6	0,1	0,1	2,1	2,8	0,3	1,2	4,1	0,6	11,3

Dados são baseados em análise em duplicata e expressos em g /100 g;
[1] Frações que compõem a parede celular vegetal, representada pela pectina, hemicelose e porções de celulose solúvel;
[2] Frações que compõem a parede celular vegetal, representada pela lignina e celulose; *Açúcares que constituem as frações que compõem a parede celular e conferem características de solvatização com água ou formação de cristais insolúveis, sendo os principais a rha: ramnose; fuc: fucose; ara, arabinose; xyl: xilose; man: manose; gal: galactose, glu: glucose; GalA, ácido galacturônico.

As variáveis estudadas foram:

a) Desempenho total e semanal:

O consumo médio semanal (g/ave/dia) foi calculado pela diferença de pesos entre a quantidade de ração fornecida e as sobras existentes ao final de cada semana, sendo o resultado dividido pelo total de aves de cada repetição e pelo período de sete dias.

O consumo médio total (g/ave) foi obtido por meio das médias semanais (g/ave) de consumo para todo o período estudado (1° a 6° semanas). Para a pesagem das sobras, foi utilizada uma balança semi-analítica da marca Gehaka, modelo BK-4000, com precisão de 0,01g.

O peso vivo foi obtido por pesagens ao final de cada semana, para cada repetição e tratamento. O peso médio total por ave no período de criação e o peso semanal por ave, foram obtidos o peso total do grupo pelo número de aves de cada repetição e cada tratamento. As aves foram pesadas em balança semi-analítica da marca Gehaka, modelo BK-4000, com precisão de 0,01g e o resultado foi expresso em quilograma.

b) Peso relativo da carcaça, órgãos digestivos (moela, intestino delgado e grosso, pâncreas e fígado) e comprimento de intestinos, comprimento e largura de moela:

O peso relativo da carcaça, órgãos e glândulas foi determinado no final da fase de cria, na sexta semana de vida (42 dias). Foi pesada em balança semi-analítica da marca Gehaka, modelo BK-4000, com precisão de 0,01g e selecionada para obtenção de parcelas experimentais com peso uniforme, uma ave de cada repetição com o peso médio do tratamento, totalizando seis aves abatidas por tratamento[18]. As aves receberam água (à vontade) e, após o jejum, foram pesadas, abatidas por deslocamento cervical)[19], depenadas e pesadas novamente para determinação do peso sem penas[20].

Após a evisceração e depena, as carcaças foram pesadas em balança semi-analítica da marca Gehaka, modelo BK-4000, com precisão de 0,01g, determinando-se o peso relativo da carcaça a partir da relação peso da carcaça x peso vivo, expresso em percentual. A mesma relação de peso foi utilizada para gerar o peso de moela, intestinos (delgado e grosso), pâncreas e fígado[21,22] que foram pesados em balança de precisão a 0,01 g e os dados de peso expressos em porcentagem do peso corporal. Os intestinos foram devidamente esvaziados para determinação do peso dos órgãos vazios[23], separando-se o ceco para avaliação do desenvolvimento do órgão a partir da alimentação com material fibroso.

c) Coeficiente de metabolizabilidade do bagaço de cana e do farelo de trigo das dietas experimentais:

As análises bromatológicas das rações e das excretas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás (UFG) e no Laboratório de Nutrição

Animal da Faculdade Anhanguera de Dourados, de acordo com metodologia proposta por Silva & Queiroz[24].

Foram separadas amostras representativas de 1000g das fontes de fibra para determinação de sua composição em matéria seca (MS), nitrogênio (N), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA). As amostras foram embaladas em sacos plásticos e identificadas e encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (UFG)[23]. Também foram separadas amostras representativas de 1000g das fontes de fibra (bagaço de cana e farelo de trigo) para determinação da sua composição de açúcares constituintes e frações da parede celular. As amostras foram embaladas em sacos plásticos e identificadas e encaminhadas para o Laboratório de Análises de Alimentos da AB Vista, division of AB Agri LTDA. As amostras foram embaladas em sacos plásticos e identificadas quanto à composição da dieta e fase de criação, armazenadas em refrigerador (4°C).

Para determinação da digestibilidade foi realizada a coleta total de excretas nos últimos quatro dias da fase de criação, duas vezes ao dia, com o auxílio de bandejas de alumínio, previamente revestidas com plástico para evitar a perda de excretas. Depois de coletadas, as excretas foram inspecionadas para retirada de penas, pesadas para a determinação da quantidade de fezes produzidas e acondicionadas em sacos plásticos, identificados por repetição e congeladas. Após o descongelamento à temperatura ambiente, as excretas foram homogeneizadas por repetição, sendo retirada uma amostra de aproximadamente 500 g para ser seca em estufa de ventilação forçada a 55ºC, por 72 horas, a fim de proceder a pré-secagem, para a determinação da amostra seca ao ar[13]. A seguir, as amostras de excretas foram processadas em moinho com peneira de 1 mm e levadas para o laboratório para a determinação da matéria seca, nitrogênio, FDN e FDA, seguindo metodologia descrita por Silva [25].

O método utilizado para a determinação do nitrogênio total nas rações experimentais e nas excretas foi o de micro-Kjeldahl, conforme a metodologia proposta pelo Association of Official Agricultural Chemists – AOAC[26]. As fórmulas utilizadas para cálculo do balanço de nitrogênio (BN) foram: BN (g): N Ingerido – N excretado e BN (%): (N ingerido – N excretado) / ingerido x 100. A partir das análises laboratoriais, calculou-se o coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), FDN (CMFDN) e FDA (CMFDA):

$$\text{Matéria seca: CMMS (\%)} = \frac{(\text{MS ingerida (g)} - \text{MS excretada (g)})}{\text{MS ingerida (g)}} \times 100$$

$$\text{Proteína Bruta: CMPB (\%)} = \frac{(\text{PB ingerida (g)} - \text{PB excretada (g)})}{\text{PB ingerida (g)}} \times 100$$

$$\text{FDN: CMFDN(\%)} = \frac{(\text{FDN ingerida (g)} - \text{FDN excretada (g)})}{\text{FDN ingerida (g)}} \times 100$$

$$\text{FDA: CMFDA(\%)} = \frac{(\text{FDA ingerida (g)} - \text{FDA excretada (g)})}{\text{FDA ingerida (g)}} \times 100$$

Os dados foram submetidos à análise de variância com o auxílio do software R (R Core Team, 2013)[27] procedendo-se comparação múltipla pelo teste de Tukey com significância 5% e teste de Dunnet para o tratamento testemunha.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. DESEMPENHO E DESENVOLVIMENTO CORPORAL

Não houve interação para o consumo de ração, ganho de peso, peso médio total e conversão alimentar ($P<0,05$) (Tabela 3). Obteve-se maior consumo de ração das aves alimentadas com os tratamentos com 3,0 e 3,5 % de bagaço de cana ($P>0,05$). Contudo, a conversão alimentar foi melhor com a utilização do tratamento testemunha (Tabela 3). O nível de 3,0% de fibra e o bagaço de cana resultou no maior ganho de peso, peso médio e conversão alimentar ($P>0,05$). Freitas et al.[28] também observaram variação da CA em resposta ao aumento da inclusão de fibra na dieta, tendo piores resultados as aves alimentadas com 18,5% de FDN em comparação as alimentadas com 14,50 % de FDN. A fibra tem papel diluente nas dietas, diminuindo a disponibilidade de energia metabolizável das dietas e reduzindo a digestibilidade de nutrientes, resultando em uma pior CA. Loureiro et al.[9] alimentaram poedeiras com níveis crescentes (0, 5, 10, 15, 20) de farelo de tomate (47,28 % FB, 56,04% FDN e 45,91% FDA) e perceberam maior consumo de ração das aves submetidas à maiores níveis de farelo, a que relacionaram ao aumento da taxa de passagem do alimento pelo trato gastrintestinal causado pela fibra,

diminuindo, assim, o aproveitamento adequado dos nutrientes e dessa forma, as aves aumentam o consumo visando suprir suas necessidades nutricionais.

Braz et al.[4] também perceberam variação do consumo acumulado de ração com a inclusão de diferentes níveis de fibra na dieta, contudo Araújo et al.[29] verificaram redução linear do desempenho de suas aves a medida que foram alimentadas com dietas formuladas com níveis crescentes de farelo de trigo, visto que a fibra pode atuar como barreira, impedindo que as proteases tenham acesso aos locais nas células vegetais onde estão depositados os aminoácidos, reduzindo a absorção de nutrientes e inferindo no consumo de ração.

TABELA 3 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), peso médio (PM) e conversão alimentar (CA) total de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (0 a 6 semanas de idade)

Consumo, ganho de peso, peso médio e conversão alimentar (g)				
	CR	GP	PM	CA
Tratamentos	**Testemunha vs fatorial**			
Testemunha	651 b	333	379	1,95 b
T1(3,0% FB; BC)	711 a	327	371	2,17 a
T2(3,5% FB; BC)	698 a	337	383	2,07 a
T3(3,0% FB; FT)	664 b	297	344	2,23 a
T4(3,5% FB; FT)	696 b	337	382	2,06 a
P	0,006	0,228	0,237	<,0001
	Níveis de Fibra			
3,0% FB	704	332 a	377 a	2,12
3,5% FB	680	317 b	363 b	2,15
P	0,062	0,025	0,026	0,345
	Fonte de Fibra Bruta			
Farelo de trigo	687	312 b	358 b	2,20 a
Bagaço de cana	697	337 a	383 a	2,07 b
P	0,452	0,0003	<0,0001	<,0001

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação ao peso relativo de carcaça e órgãos, percebeu-se maior peso do ceco com a utilização de 3,5 % de FB na dieta das aves na fase de cria (P>0,05) (Tabela 4). As demais variáveis não apresentaram diferença entre os tratamentos (P<0,05).

Distinto dos resultados obtidos por Hetland e Choct[30] que testaram dietas com aveia e trigo e obtiveram peso de moela significativamente maior e com mais conteúdo nas aves que consumiram aveia. Freitas et al.[28] discorreram sobre o aumento no tamanho do fígado, moela e conteúdo intestinal com a utilização de 18,5% de FDN. Os autores

associaram aos efeitos negativos da fibra na digestão e absorção de nutrientes, que podem aumentar a viscosidade intestinal e entérica, modificando assim a taxa passagem e desregulando a função hormonal, induzindo maior atividade destes órgãos e aumento do peso relativo.

TABELA 4 - Peso relativo de carcaça (CA), intestino total (ITT), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), ceco (CE), moela (MO), pâncreas (PA) e fígado (FI) de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (0 a 6 semanas de idade)

	Peso relativo (%)							
	CA	ITT	ID	IG	CE	MO	PA	FI
Tratamentos	**Teste vs fatorial**							
Testemunha	74,8	4,9	3,8	1,1	0,39	3,1	0,36	2,9
T1(3,0%FB;BC)	75,1	5,1	3,9	1,2	0,39	3,6	0,38	2,6
T2(3,5%FB;BC)	75,1	4,6	3,4	1,2	0,34	3,3	0,37	2,5
T3(3,0%FB;FT)	77,4	5,1	3,9	1,2	0,38	3,1	0,32	2,8
T4(3,5%FB;FT)	75,3	5,5	4,2	1,3	0,46	3,3	0,40	2,6
P	0,226	0,586	0,844	0,324	0,997	0,258	0,763	0,040
	Níveis de Fibra							
3,0% FB	75,1	4,8	3,7	1,2	0,37b	3,5	0,38	2,6
3,5% FB	76,3	5,3	4,0	1,3	0,42a	3,2	0,36	2,7
P	0,083	0,112	0,121	0,458	0,015	0,135	0,584	0,288
	Fonte de Fibra Bruta							
Farelo de trigo	76,2	5,1	3,9	1,2	0,39	3,4	0,35	2,7
Bagaço de cana	75,2	5,1	3,8	1,3	0,40	3,3	0,38	2,5
P	0,139	0,951	0,714	0,517	0,518	0,573	0,231	0,226
CV%	2,23	3,90	5,44	2,24	3,56	1,30	7,95	9,52

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo Teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Não houve interação para o comprimento e largura de órgãos (P<0,05) (Tabela 5). Mas obteve-se maior comprimento de intestino total e intestino delgado com a utilização de farelo de trigo ao nível de 3,0% e 3,5% de FB, respectivamente quando comparados ao tratamento testemunha (P>0,05). O bagaço de cana ao nível de 3,5% reduziu o comprimento do intestino grosso e as dietas testemunha e com 3,5% de FB com farelo de trigo apresentou menor comprimento de ceco. Resultados que corroboram com os encontrados por Gonzáles-Alvarado et al.[10] que descreveram aumento do tamanho do intestino com a utilização de fibra na ração. A presença de fibra induz a maior atividade desse órgão, visando melhorar a digestão e absorção da dieta com alta viscosidade e conseqüente desenvolvimento do órgão. Dietas de Jiménez-Moreno et al.[31] com a inclusão de 3% de celulose microcristalina, casca de aveia e polpa de beterraba mostraram um maior desenvolvimento dos intestinos e moela de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, sobretudo com a utilização de casca de aveia.

TABELA 5 – Comprimento intestino total (CITT), comprimento intestino delgado (CID), comprimento intestino grosso (CIG), ceco (CCE), comprimento de moela (CMO), largura de moela (LMO) de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (0 a 6 semanas de idade)

	Comprimento e largura (cm)					
	CITT	CID	CIG	CCE	CMO	LMO
Tratamentos	**Teste vs fatorial**					
Testemunha	96,8 c	84,1 b	12,6 b	7,3 b	4,3	3,7
T1(3,0%FB;BC)	103,1 b	87,0 b	16,1 a	9,8 a	4,1	4,1
T2(3,5%FB;BC)	103,5 b	89,0 b	14,5 a	9,3 a	4,0	3,7
T3(3,0%FB;FT)	110,0 a	94,6 a	15,3 a	10,5 a	4,0	4,0
T4(3,5%FB;FT)	104,1 b	94,5 a	9,6 c	9,1 a	3,7	3,0
P	0,012	0,019	0,119	<,0001	0,146	0,847
Níveis de Fibra						
3,0% FB	103,3	88,0 b	15,3 a	9,5	4,1	3,9 a
3,5% FB	107,0	94,5 a	12,5 b	9,8	3,8	3,5 b
P	0,189	0,015	0,0003	0,592	0,274	0,039
Fonte de Fibra Bruta						
Farelo de trigo	106,5	90,8	15,7 a	10,1	4,0	4,1 a
Bagaço de cana	103,8	91,7	12,0 b	9,2	3,8	3,3 b
P	0,332	0,721	<,0001	0,057	0,274	0,0005
CV%	6,58	6,94	6,45	6,22	6,58	6,68

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo Teste de Tukey com 5% de probabilidade.

A largura da moela foi menor com a utilização de 3,5% de fibra bruta e com a inclusão de bagaço de cana (P>0,05) (Tabela 6). Resultados distintos dos apresentados por Sacranie et al.[32] que obtiveram maior peso de moela com aves alimentadas com casca de aveia na dieta em comparação ao tratamento testemunha, sobretudo quando utilizada casca grosseiramente moída. Já Braz et al.[4] apresentaram resultados de maior peso de moela quando foi utilizado 14% de FDN em comparação a inclusão de 18 % de FDN na dieta. Hetland et al.[33] relataram ainda que o tamanho da partícula duodenal de aves alimentados com uma dieta contendo casca de aveia moída ou inteira foi entre 120 e 127 µm. Isto está de acordo com um relatório anterior que afirmou que 90% das partículas duodenais foram menos de 300 µm[34] e sugere que cascas de 1 mm são grandes o suficiente para ser retidas na moela e estimular a atividade do órgão. Assim, quanto mais estimulada for à atividade mecânica, maior será a moela[10].

3.2. COEFICIENTE DE METABOLIZABILIDADE DO BAGAÇO DE CANA E FARELO DE TRIGO:

Não houve interação para o coeficiente de metabolizabilidade das rações avaliadas (P>0,05) (Tabela 7), mas o coeficiente de metabolizabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) da dieta com bagaço de cana com 21 dias e com 3,5% de FB com 42 dias foi maior em comparação com os demais tratamentos (P<0,05). Contudo, houve uma menor metabolizabilidade da proteína com a utilização de 3,5% de FB aos 21 dias de idade. Silva et al. [12] verificou que frangos alimentados com ração contendo 3 e 5% de pectina apresentaram menor metabolizabilidade de matéria seca (64%) e proteína bruta (68%), bem como menor desempenho que os que ingeriram 0 e 1% da fibra na ração. Resultados similares descritos por Morita[35] que observou baixo desempenho de frangos de corte alimentados com os níveis de 0, 1, 3 e 5% de pectina. O autor relacionou a baixa metabolizabilidade das frações a diminuição do pH intestinal, provocado pela ingestão de pectina. Isto, porque o consumo de dieta fibrosa pode aumentar a produção de secreções gástricas (HCl), ácidas (pH 2,5) que chegam ao intestino delgado com o bolo alimentar e secreções pancreáticas[36], causando a acidificação jejunal e ileal[37].

Lima et al.[38] observaram redução nos coeficientes de digestibilidade da MS com a inclusão de 13% ou mais de farelo de coco e no coeficiente de digestibilidade do N a partir de 15%, a que associaram aos efeitos negativos do aumento da quantidade de fibra nas rações. Segundo Campestrini et al.[39], cada enzima tem uma faixa de pH ideal para que possam desenvolver sua atividade catalítica e valores de pH superiores ou inferiores podem desnaturar ou inibir as ações dessas enzimas, reduzindo a metabolizabilidade das rações.

No entanto, Péron et al.[40] mostraram que ocorreu maior atividade da pepsina no proventrículo com a incidência de pH entre 2 e 3. Mateos et al.[41] sugere que essa atividade aumentada da pepsina se dá pela presença de fibra na moela, que estimula as contrações do órgão, ocasionando uma maior pressão intraluminal. Consequentemente, essas subseqüentes alterações aumentam a ocorrência de refluxos gástricos, com o retorno do conteúdo presente já no lúmen intestinal para a moela [33, 42].

TABELA 6 - Coeficientes de Metabolizabilidade (%) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) para poedeiras leves alimentadas com fontes de fibra: bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) e com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (0-6 semanas de idade)

Coeficiente de metabolizabilidade (%)								
	21 dias				42dias			
	MS	PB	FDN	FDA	MS	PB	FDN	FDA
Tratamentos	**Teste vs fatorial**							
Testemunha	80,6	78,5	59,3	40,2	92,5	60,4	86,0	79,4
T1(3,0%FB;BC)	82,0	81,1	51,3	38,1	92,6	62,6	79,7	74,1
T2(3,5%FB;BC)	80,0	77,2	62,7	39,7	94,9	65,2	89,2	80,2
T3(3,0%FB;FT)	73,6	69,7	62,7	42,4	96,5	59,0	92,6	80,4
T4(3,5%FB;FT)	79,6	74,3	67,9	36,1	93,9	58,2	90,9	80,3
P	0,452	0,395	0,836	0,868	0,221	0,347	0,538	0,550
	Níveis de Fibra							
3,0% FB	81,0	79,2 a	57,0	45,1	93,7	63,9	84,4b	80,2
3,5% FB	76,6	72,0 b	59,0	42,1	95,2	65,6	91,7a	84,3
P	0,053	0,025	0,714	0,054	0,302	0,399	0,024	0,328
	Fonte de Fibra Bruta							
Farelo de trigo	77,8	75,4	50,7b	43,8	94,5	65,8	87,1	81,3
Bagaço de cana	79,8	75,7	65,3a	44,3	94,4	61,7	90,0	83,2
P	0,353	0,908	0,011	0,096	0,917	0,107	0,210	0,647
CV%	6,66	9,69	6,62	7,62	3,60	6,62	8,50	6,63

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. CONCLUSÃO

O uso de fibra bruta na dieta das aves aumentou o consumo de ração, mas com a utilização do bagaço de cana obteve-se melhor ganho de peso, peso médio e conversão alimentar e digestibilidade de FDN. Quanto ao nível, a inclusão de 3,0% de FB também afetou positivamente características de desempenho, metabolizabilidade da PB na fase inicial das aves.

5. REFERÊNCIAS

1. Menezes PC de, Cavalcanti VFT, Lima ER de, Evêncio Neto J. Aspectos produtivos e econômicos de poedeiras comerciais submetidas a diferentes densidades de alojamento. Revista Brasileira de Zootecnia. 2009;38: 2224-2229.
2. Canet ZE, Dottavio AM, Binda MV. Análise dinâmica do peso corporal de cinco linhagens de matrizes destinadas à produção de frangos caipiras. In: XXII Latin American Poultry Congress, Anais...Buenos Aires. 2011.

3. Mazzuco H, Kunz A, De Paiva DP, Jaenisch FRF, Palhares JCP, De Abreu PG, Rosa OS, Avila VS. Boas Práticas de Produção na Postura Comercial. CT n° 49, Concordia, EMBRAPA Suínos e Aves, 2006. 40p.
4. Braz NM, Freitas ER, Bezerra RM, Cruz CEB, Farias NNP, Silva NM, Sá NL. Fibra na ração de crescimento e seus efeitos no desempenho de poedeiras nas fases de crescimento e postura. Rev Br Zoo. 2011; 40 (12): 2744-53.
5. Scheideler SE,Jaroni D, Puthpongsiripron U. Strain, fiber source, and enzyme supplementation effects on pullet growth, nutrient utilization, gut morphology, and subsequent layer performance. J AppPoul Res.1998; 7: 359-71.
6. González-Alvarado JM, Jiménez-Moreno E, González-Sánchez D, Lazaro R,Mateos GG. Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age.An Feed Sci Tech. 2010; 162: 37 – 46.
7. Jimenez-Moreno E, González-Alvarado JM, Gonzalz Sanchez D, Lazaro R, Mateos GG. Effects of type and particle size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. 2010. Poul Sci. 89: 2197-212.
8. Mateos GG, Jimenez-Moreno E, Serrano MP, Lazaro R. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. J App Poul Res. 2012; 21: 156-74.
9. Loureiro RRS, Rabello CBV,Ludke JV, Dutra Júnior WM, Guimarães AAG, Silva JHV. Farelo de tomate (*Lycopersicumesculentum Mill.*) na alimentação de poedeiras comerciais. ActScient. An Sci.2007; 29(4): 387-94.
10. González-Alvarado JM, Jiménez-Moreno E, Lázaro R, Mateos GG. Effects of type of cereal,heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. Poul Sci. 2007. 86: 1705–15.
11. Amerah AM,Ravindran V,Lentle RV. Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. BrPoulSci. 2009; 50: 366– 75.
12. Silva VK, Morita VS, Boleli IC. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com pectina na ração. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., Belo Horizonte. 2012. 6(4): 1017-1026.
13. Hetland H, Svihus B, Choct M. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. Jour App Poul Research. 2005; 14:38-46.
14. Svihus B. The gizzard: Function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. W PoulSci J. 2011; 67: 207–24
15. Amerah AM, Ravindran V, Lentle RV. Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. BrPoulSci. 2009; 50: 366– 75.
16. González-Alvarado JM, Jiménez-Moreno E, González-Sánchez D, Lazaro R,Mateos GG. Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age.An Feed Sci Tech. 2010; 162: 37 – 46.
17. Bertechini AG. Nutrição de monogástricos. Lavras: Ed. UFLA. 2012; 373p.
18. Praes MFFM. Efeito de dietas fibrosas com redução de proteína bruta para poedeiras comerciais, visando a diminuição do impacto ambiental (Dissertação). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista. 2010.
19. Sakomura NK, Rostagno HS. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: FUNEP; 2007. 283.

20. União Brasileira de Avicultura (UBABEF). Annual Report 2012. [acessado 2014maio 29].Disponível em:http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/41c30 a0f46702351b 561675f70fae077.pdf
21. Neme R, Sakomura NK, Fukayama EH, Freitas ER, Fialho FB, Resende KT, Fernandes JBK. Curvas de crescimento e de deposição dos componentes corporais em aves de postura de diferentes linhagens. Rev Br Zoot. 2006. 35(3):1091-1100.
22. Jardim Filho RM, Stringhini JH, Andrade MA, Nunes AB, Leandro NSM, Café MB. Qualidade de ovos, parâmetros bioquímicos sanguíneos e desenvolvimento do aparelho reprodutor de poedeiras comerciais Lohmann LSL alimentadas com níveis crescentes de lisina digestível. Act Scient Na Sci. 2008; 30(1): 25-31.
23. Belloni M,Almeida Paz ICL, Näas IA, Garcia RG, Baldo GAA,Cavichiolo F, Alves MCF, Caldara FR.Morfometria intestinal de poedeiras suplementadas com própolis. Agrarian. 2012; 5(16): 174-180.
24. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 235 p.
25. Silva DJ. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa: UFV; 1990. 166.
26. Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists (AOAC). 18. ed. Gaithersburg: AOAC; 2005.
27. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2013. URL http://www.R-project.org/. Acessado em 18 de janeiro de 2018.
28. Freitas ER, Braz NM, Watanabe PH, Cruz CEB, Nascimento GAJ, Bezerra RM. Fiber level for laying hens during the growing phase.Ciênc.Agrotec. 2014; 38(2): 188-98.
29. Araújo DM, Silva JHV, Araujo JA. Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de recria. R. Bras. Zootec, 2008. 37(1): 67-72.
30. Hetland H, Moe RO, Tauson R, Lervik S, Svihus B. Effect of including whole oats into pellets on performance and plumage condition in laying hens housed in conventional and furnished cages. Acta Agri Scandinavica. Section A, Ani Sci. 2004; 54: 206–212
31. Jimenez-Moreno E, González-Alvarado JM, Gonzalz Sanchez D, Lazaro R, Mateos GG. Effects of type and particle size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. 2010; Poul Sci. 89: 2197-212.
32. Sacranie A, Svihus B, Denstadli V, Moen B, Iji PA, Choct M. The effect of insoluble fiber and intermittent feeding on gizzard development, gut motility, and performance of broiler chickens. Poul Sci. 2012. 91: 693–700.
33. Hetland H, Choct M. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. In Proceedings of the 14 th European Symposium of Poultry Nutrition, Lillehammer, Norway. 2003. 64-69.
34. Hetland H, Svihus B, Olaisen V. Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility, and duodenal particle size distribution in broiler chickens. Br. Poult. Sci. 2002.43:416–423.
35. Morita VS. Efeito da pectina cítrica sobre o desenvolvimento e a saúde do intestino delgado de frangos de corte. 2011. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011. 144p.
36. Andriguetto JM, Perly L, Minardi I, Gemael A, Fleming JS, Souza GA, Bona Filho A. Nutrição animal: alimentação animal. São Paulo: Nobel. 2003; 2: 426p
37. Drochner W, Ceroi IH, Stadermann B, Luders H. Einfluss steigender Zulagen niedrigveresterten Pektins in der Diat auf den Stoffwechsel von Legehennen—

geprtlft mit Hilfe von "Pair-Feeding-Versuchen". Arch. Anim.Nutr. 1990. 40:431-142.
38. Lima RC, Fuentes MFF, Freitas ER, Sucupira FS, Moreira RF, Braz NM. Farelo de coco na ração de poedeiras comerciais: digestibilidade dos nutrientes, desempenho e qualidade dos ovos. R. Bras. Zootec. 2007. 36(5): 1340-1346.
39. Campestrini E, Silva VTM, Appelt MD. Utilização de enzimas na alimentação animal. Revista Eletrônica Nutritime. 2005. 2:254-267.
40. Péron A, Svihus B, Gabriel I, Bérot S, Tanguy D, Bouchet B, Gomez J, Carré B. Effects of two wheat cultivars on physic-chemical properties of wheat flours and digest from two broiler chicken lines (D+ and D−) differing in digestion capacity. Br. Poult. Sci. 2007. 48, 370–380.
41. Mateos GG, Jimenez-Moreno E, Serrano MP, Lazaro R. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. J App Poul Res. 2012; 21: 156-74.
42. Duke GE. Recent studies on regulation of gastric motility in turkeys. Poult. Sci. 1992.71:1–8.

CAPÍTULO 3

BEM ESTAR DE FRANGAS LEVES ALIMENTADAS COM FONTES E NÍVEIS DE FIBRA DIETÉTICA NA FASE DE CRIA

Projeto Aprovado Integralmente pela Comissão de Ética do Uso de Animais – CEUA
Protocolo n°078/2014.

CAPÍTULO 3 - BEM ESTAR DE FRANGAS LEVES ALIMENTADAS COM FONTES E NÍVEIS DE FIBRA DIETÉTICA NA FASE DE CRIA

Resumo: Avaliar o comportamento e o bem-estar de poedeiras na fase de cria (1° a 6° semanas de idade), alimentadas com níveis de fibra bruta na dieta. O trabalho foi realizado na Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO, utilizando-se 300 pintainhas da linhagem Bovans White, em DIC com arranjo fatorial 2x2+1, sendo dois níveis de fibra bruta na dieta (3,0% e 3,5 % de FB) duas fontes de fibra (farelo de trigo e bagaço de cana) e um tratamento testemunha (ração base composta por milho e farelo de soja), totalizando cinco tratamentos, com seis repetições de 10 aves cada na fase de cria. Foram avaliados padrões de comportamento e bem estar. Não houve diferença entre os tratamentos para as atividades comportamentais de poedeiras observadas aos 21 dias e aos 42 dias de idade quando analisados pelo teste de Kruskal Wallis com 5% de significância (P>0,05). Não houve diferenças entre os tratamentos. Obtiveram-se condições médias de bem estar para as aves alimentadas com os níveis 3,5 % de fibra bruta e farelo de trigo e boas condições com o tratamento testemunha e 3,0 % de Fibra bruta e farelo de trigo na dieta com 21 dias. Com 42 dias de idade, obtiveram-se condições boas de bem estar para as aves alimentadas com o nível de 3,5 % de fibra bruta e bagaço de cana, 3,0 % de fibra bruta e farelo de trigo e com o tratamento testemunha. A utilização de fibra na alimentação de frangas não alterou o comportamento das aves.

Palavras-chave: bagaço de cana, comportamento, farelo de trigo.

CHAPTER 3 - WELFARE OF CHICKENS FED WITH LIGHT SOURCES AND LEVELS OF DIETARY FIBER IN THE CREATE

Abstract: Evaluate the behavior and welfare of laying hens in the create (1° to 6° weeks old), fed with raw fiber in the diet. The work was performed at the Federal University of Goiás, Goiânia – GO, using 300 White Bovans line vipul, DIC with 2 x 2 factorial arrangement +1, being two levels of crude fiber in the diet (3.0% and 3.5% FB) two sources of fiber (wheat bran and bagasse sugar cane) and a treatment witness (base ration composed of corn and soybean meal), totaling five treatments, with six repetitions of 10 birds in each stage of builds. We evaluated patterns of behavior and well-being. There were no differences between the treatments for behavioral activities of layers observed at 21 days and 42 days old when analyzed by Kruskal Wallis test with 5% significance ($P > 0.05$). There were no differences between the treatments. This led to average conditions of well-being for the birds fed with 3.5% fiber levels and wheat bran and good condition with the witness and 3.0% crude fiber and wheat bran in the diet with 21 days. With 42 days of age, obtained good conditions of well-being for the birds fed on the level of 3.5% crude fibre and bagasse, 3.0% crude fiber and wheat bran and with the witness. The use of fiber in the diet for pullets did not change the behavior of the birds.

Keywords: bagasse, behavior, wheat bran.

1. INTRODUÇÃO

O termo bem-estar e sua aplicação é dependente do estado animal, em que o mesmo se sente bem, com funcionamento comportamental e fisiológico normais[1]. Assim, condições contrárias de bem-estar são comumente relacionadas ao estresse, em que o organismo perde a ação responsiva a situações de ameaça, reduzindo a função imune e inferindo sobre interações bioquímicas e desempenho animal[2].

Para a determinação do bem estar animal, o comportamento é classificado em categorias que divide as atividades realizadas de acordo com sua importância no desenvolvimento animal em: essenciais a vida, que são aquelas que garantem o funcionamento metabólico e até mesmo a recuperação fisiológica do animal, como o ato de comer, beber e dormir. E essenciais à saúde e conforto que abrangem comportamentos naturais da espécie, como o ato de correr, ciscar, explorar penas e esticar asas[3] realizadas na tentativa de fuga do ócio[4]. No impedimento dessas atividades, verifica-se o agravamento significativo do estresse da ave, observando aparentemente a substituição de comportamentos naturais como ciscar, por bicagem de penas e grades (criação em gaiolas)[5]. A exploração de penas ou atividade de auto-arrumação, que quase sempre são breves[6], quando excessiva ocasiona injúrias, como o arranquio de penas e sangramento, é classificada como estereotipia. Atividades repetitivas que normalmente dispensam mais tempo do animal, reduzindo a realização de atividades de sono, alimentação e hidratação, prejudicando o seu desenvolvimento.

Hartini et al. [7] observaram que alimentando poedeiras criadas em gaiolas com fontes de fibras insolúveis e solúveis houve um controle na bicagem de penas e canibalismo. O comportamento digestivo das fibras insolúveis que ficam retidas na moela e as solúveis que podem aumentar a viscosidade e preencher o intestino, oferecem maior saciedade e menor apetite por fibra compensada pelo consumo de penas e cama. Já dietas com alto teor de fibra tem demonstrado redução do ócio e comportamento de canibalismo das aves de postura, por diminuir a presença de nutrientes no lúmen intestinal em resposta velocidade de passagem da digesta, incentivando o retorno das aves ao comedouro e consumo de alimento, evitando a procura por atividades e consequente repetição de exploração de penas [8,9]. Neste contexto, objetivou-se avaliar o comportamento e características de bem estar de poedeiras da linhagem comercial Bovans White, na fase de cria (1° a 6° semanas de idade), alimentadas com níveis crescentes de fibra bruta na dieta, a partir da inclusão de bagaço de cana e farelo de trigo na formulação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no aviário experimental da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia – Goiás, Brasil. O projeto de pesquisa foi analisado e aprovado integralmente pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFG) sob protocolo nº078/2014.

Foram utilizadas 300 pintainhas da linhagem Bovans White, obtidas da Granja Lovair Lucio de Nardi, Mercoaves Comércio de Aves Ltda, de Caxias do Sul – RS, alojadas em baterias com gaiolas de arame galvanizado, com 50 cm × 50 cm × 45 cm, equipada com comedouro e bebedouro tipo calha em chapa galvanizada, com capacidade para 10 aves cada.

As aves foram recebidas com um dia de idade e foram criadas a partir da 1ª semana de idade até a 6ª semana, seguindo as recomendações contidas no manual da linhagem (Bovans White da ISA - Hendrix Genetics Company) previamente vacinadas em incubatório contra a doença de Marek e Bouba aviária. Posteriormente, durante o período experimental, foram vacinadas contra as doenças de Gumboro, aos 7, 21 e 35 dias de idade, bronquite infecciosa e New Castle, aos 14 dias (Bovans White da ISA - Hendrix Genetics Company). A debicagem das aves foi realizada aos 10 dias de idade, utilizando-se debicador automático elétrico de marca Avifag®. O programa de luz adotado disponibilizava luz natural e artificial, respeitando as recomendações contidas no Manual de Manejo Bovans White (Isa Poultry, 2015).

As instalações experimentais foram previamente higienizadas, com cuidados dispensados quanto à qualidade e sanidade dos equipamentos para o recebimento das pintainhas evitando a incidência de doenças e ferimentos. O número de manejadores também foi limitado ao tratador e aos acadêmicos envolvidos na pesquisa evitando o estresse dos animais durante as atividades desenvolvidas no experimento.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2x2+1, sendo dois níveis de fibra bruta na dieta (3,0% e 3,5 % de FB) duas fontes de fibra (farelo de trigo e bagaço de cana) e um tratamento testemunha (ração base composta por milho e farelo de soja), totalizando cinco tratamentos, com seis repetições de 10 aves cada na fase de cria.

As rações experimentais utilizadas foram isoproteicas e isoenergéticas, com níveis distintos de fibra, formuladas segundo as recomendações nutricionais contidas no manual de criação da linhagem Bovans White da ISA (Hendrix GeneticsCompany) e, produzidas na fábrica de ração do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás. Os níveis de fibra incluídos na dieta foram determinados a partir da formulação da dieta basal, definida como tratamento controle, com milho e farelo de soja, considerando a inclusão máxima de 2,5 a 3,0 % de fibra bruta, em dietas para animais monogástricos proposta por Bertechini[10].

Posteriormente, para os demais tratamentos adotaram-se os níveis de inclusão de dieta 3,0 % e 3,5 % de fibra bruta na dieta, com a utilização de bagaço de cana como fonte de fibra insolúvel e o farelo de trigo como fonte de fibra solúvel (Tabela 1). As dietas experimentais foram oferecidas às aves na fase de cria, correspondente a criação de zero a seis semanas de idade e a expressão corporal das aves foi avaliada ao final da terceira e sexta semanada fase de cria.

Foram separadas amostras representativas de 1000g das fontes de fibra para determinação da sua composição de açúcares constituintes da parede celular (Tabela 2). As amostras foram embaladas em sacos plásticos e identificadas e encaminhadas para o Laboratório de Análises de Alimentos da AB Vista, division of AB Agri LTDA.

TABELA 1 - Composição percentual e nutricional das dietas experimentais na fase de cria I (1-6 semanas de idade)

Ingredientes	Controle	Bagaço de cana		Farelo de trigo	
		3,0 %	3,5%	3,0 %	3,5%
Milho	65,30	65,78	60,00	63,63	51,20
Farelo de soja 45%	24,00	28,01	27,30	28,91	28,50
Calcário	1,50	1,10	1,05	1,20	1,20
Fosfato bicálcico	2,00	1,82	1,90	1,77	1,70
Amido	2,50	1,00	1,10	0,00	1,40
Sal comum	0,80	0,41	0,45	0,41	0,45
Dl-metionina	0,50	0,14	0,30	0,12	0,20
Treonina	1,30	0,00	0,40	0,00	0,00
Lisina	0,60	0,04	0,50	0,00	0,05
Premix vit[1]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix mineral[2]	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Óleo	0,00	0,00	2,00	1,04	4,80
Bagaço de cana	0,00	1,23	4,50	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	2,53	10,00
Total	100	100	100	100	100

TABELA 1 - Composição percentual e nutricional das dietas experimentais na fase de cria I (1-6 semanas de idade) (continuação)

Composição Nutricional (%)					
Proteína	18,0	18,0	18,00	18,00	18,00
EM (kcal/kg)	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
Fibra bruta	2,5	3,0	3,5	3,0	3,5
FDN (%)**	14,8	17,7	19,7	19,1	25,3
FDA (%)**	11,6	12,1	13,1	12,0	11,6
Cálcio	1,34	0,95	0,94	0,94	0,95
P disponível	0,46	0,44	0,45	0,44	0,44
Sódio	0,34	0,18	0,19	0,18	0,20
Lisina DIG	1,22	0,87	1,21	0,88	0,92
Metionina DIG.	0,73	0,39	0,54	0,38	0,45
Met + Cist DIG.	0,95	0,64	0,78	0,64	0,71
Treonina DIG.	1,83	0,62	0,69	0,64	0,62

[1]Suplemento vitamínico para frangas – Fase inicial/crescimento: vit. A - 1.600.000 UI; vit. D3 - 550.000 UI; vit. E - 2.500 mg; vit. K3 - 360 mg; vit. B1 - 480 mg; vit. B2 – 1.200 mg; vit. B6 - 500 mg; vit. B12 – 2.400 mg; Niacina *(niacin)* – 7.600 mg; Ác. Pantotênico (*pantothenic acid*) – 2.400 mg; Ác. fólico *(folicacid)* – 200 mg; Metionina - 200.000 mg; Colina – 60.000mg; L-lisina (*L- lysine*) – 20.000 mg; Salinomicina– 20.000 mg; Biotina – 12 mg; Bioxido Si – 20 g. [2]Suplemento mineral *(Mineral supplement)*: Fe - 10.000 mg; Cu – 1.800 mg; Zn – 15.000 mg; Mn –16.000 mg; I - 180 mg; Se – 60 mg.Dig: Digestível; * Calculada; ** Determinada.

TABELA 2 - Composição em frações da parede celular das fontes de fibra (Bagaço de Cana: BC e Farelo de Trigo: FT) utilizadas nas formulações das rações experimentais

	Fração		Açúcares de constituintes*								Total
Alimento	FDN[1]	FDA[2]	Rha	Fuc	Ara	Xyl	Man	Gal	Glu	GalA	g/100g
BC	59,5	56,0	0,1	0,1	2,1	2,4	0,3	1,4	3,5	0,8	10,7
FT	44,6	16,6	0,1	0,1	2,1	2,8	0,3	1,2	4,1	0,6	11,3

Dados são baseados em análise em duplicata e expressos em g /100 g;
[1] Frações que compõem a parede celular vegetal, representada pela pectina, hemicelose e porções de celulose solúvel;
[2] Frações que compõem a parede celular vegetal, representada pela lignina e celulose; *Açúcares que constituem as frações que compõem a parede celular e conferem características de solvatização com água ou formação de cristais insolúveis, sendo os principais a rha: ramnose; fuc: fucose; ara, arabinose; xyl: xilose; man: manose; gal: galactose, glu: glucose; GalA, ácido galacturônico.

As variáveis estudadas foram:

a) Padrões de comportamento e classificação do bem-estar no período de criação:

O comportamento das aves foi obtido com a avaliação da expressão corporal das aves com 21 e 42 dias de idade (fase de cria). Primeiramente, foi realizada a amostragem de todas as ocorrências para a qualificação dos comportamentos com

filmagens preliminares (uma hora por grupo experimental) aos períodos de avaliação experimental para posterior elaboração do etograma[9] mediante a repetição de atividades, que foram listadas em um repertório comportamental (Quadro 1) e utilizadas para elaboração do etograma para avaliação da resposta aos tratamentos propostos.

Após a elaboração do etograma foram realizadas filmagens com câmeras de vídeo em dois dias consecutivos na fase de cria (20 e 21 dias de idade; 41 e 42 dias de idade) e em dois períodos do dia [11] (08:00 h e 13:00 h) de cada repetição dos tratamentos (uma filmagem/cinco minutos/repetição/período), totalizando seis filmagens de cinco minutos cada [12] por período por tratamento.

Os vídeos obtidos foram utilizados para avaliação dos comportamentos das aves pelo método de observação indireta, sendo avaliadas cinco aves por repetição, escolhidas aleatoriamente, adotando-se a técnica de amostragem animal focal[9] e foram assistidos por um mesmo observador durante todo o período experimental, visando evitar variações na definição de atividades. O observador registrou a freqüência dos comportamentos individuais a partir da observação simultânea dos animais[12], determinando-se sessões de avaliação das atividades de um minuto para cada ave por repetição, totalizando cinco avaliações por vídeo de cada repetição, por período de registro (10 avaliações por dia de filmagem pra cada repetição de cada tratamento). Esse período de tempo determinado para a observação de cada ave, também foi dividido em sessões de 10 segundos para anotação de cada atividade desenvolvida pela ave, reduzindo a marcação de atividades imediatas[9].

QUADRO 1 - Comportamentos obtidos mediante amostragem de todas as freqüências

ATIVIDADES	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
a) Comer	Quando a ave está se alimentando, comportamento caracterizado quando a ave se encontrava com a cabeça no comedouro;
b) Beber	Quando a ave está bebendo água, caracterizado quando a ave estava com a cabeça dentro do bebedouro tipo calha;
c) Frequência ao Bebedouro	Quando a ave está localizada ao lado do bebedouro, sem ingerir água;
d) Frequência ao Comedouro	Quando a ave está localizada ao lado do comedouro sem ingerir alimento;
e) Explorar penas	Comportamento não-agressivo, caracterizado quando a ave investigava suas próprias penas com o bico;
f) Esticar asas	Ato em que a ave estica uma asa e uma perna no mesmo hemisfério do corpo;
g) Recolher pés	Movimento caracterizado quando a ave recolhe uma das duas patas em pé em direção ao corpo;

QUADRO 1 - Comportamentos obtidos mediante amostragem de todas as frequências (continuação)

h) Coçar a cabeça	Comportamento que a ave coça a cabeça com uma das patas;
i) Ciscar	Outro comportamento considerado como característico das aves, caracterizado quando a ave explora seu território com seus pés e bico;
j) Bicagem de outra ave	Comportamento em que a ave bica qualquer parte do corpo de outra ave;
k)Bicagem da gaiola	Comportamento em que a ave bica as laterais da gaiola;
l)Dormir	Ave em estado de repouso, com o peito e a cabeça apoiados na cama;
m)Deitada Observando	Ato em que aave fica deitada, com o peito apoiado na cama e a cabeça levantada observando;
n)Andar de um lado para outro	Ato da ave caminhar de um lado para o outro;
o)Imobilidade tônica	Comportamento caracterizado quando a ave não apresenta nenhum movimento ou, aparentemente, não se enquadra em nenhum dos comportamentos anteriores.

Fonte: Adaptado de Rudkin& Stewart[13]; Pereira et al. [14].

Para determinação da freqüência das atividades desenvolvidas por cada ave avaliada nos respectivos tratamentos, foi calculada a média de ocorrência de cada atividade nos vídeos gravados. Posteriormente, para determinação do tempo dispendido pela ave para o desempenho de cada atividade em percentual, considerou-se o tempo de gravação de cinco minutos como representativo de tempo de um dia de atividades (100%) e o somatório das atividades anotadas para cada ave em sua respectiva sessão de avaliação como o número total de atividades desenvolvidas pela ave durante um dia de vida[9].

Contudo, para determinação da freqüência de cada uma das atividades predeterminadas no etograma, multiplicou-se o número de vezes que o animal realizou a atividade por 100, e em seguida, o valor obtido foi dividido pelo número total de atividades desempenhadas (% de cada atividade = n° de vezes que o animal realizou a atividade *100/ n° total de atividades realizadas pela ave), obtendo-se o percentual de tempo dispendido pelo animal para cada atividade durante o dia (tempo representativo de 5 minutos)[12].

Os valores médios obtidos nos dois dias de avaliação de cada período de criação (terceira e sexta semana) foram avaliados por período, com auxílio no Software R – Version 2.15.1 (2013)[15] com análise dos dados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com 5% de significância.

Após a análise dos dados de cada comportamento separadamente pelo teste estatístico, foi trabalhado o percentual de atividades observadas em cada tratamento com

respectivo tempo de duração em gráficos para posterior classificação baseando-se em intervalos de valores propostos para comportamentos essenciais a vida (Dormir, comer e beber) e de saúde e conforto do animal (deitar, ciscar, arrumação de penas, esticar asas, andar e outros) (Quadro 2) descritos por Hurnik[16] e adaptado por Alves et al.[17].

Para tal, foi feito o somatório dos percentuais obtidos de cada comportamento, agrupando-os de acordo sua ordem de importância. Baseando-se nessas proposições foram classificadas as condições de bem-estar das aves por inferências propostas entre as atividades e seu respectivo tempo de duração[17]. Os percentuais de atividades obtidos segundo ordem de importância (Atividades essenciais à vida e atividades de saúde e conforto) também foram analisadas pelo teste de Kruskal Wallis com 5 % de significância.

QUADRO 2 - Classificações dos intervalos de comportamentos que visam às necessidades essenciais a vida e ao conforto

Atendimento das necessidades essenciais à vida	
% de tempo	Categorização
>32	Muito ruim (excesso) – o tempo dispensado nessas atividades excede o necessário, podendo comprometer o tempo livre para as demais necessidades.
26-32	Ruim – indica que a aves passa muito tempo em comportamento alimentar ou bebendo, o que pode ser resultado de uma frustração, dificuldade na obtenção do alimento ou de satisfação.
23-26	Bom – indica os valores esperados para este comportamento, considerando as variações das condições do ambiente de criação.
20-23	Médio – faixa contendo o limite mínimo de tempo necessário ao atendimento das atividades.
<20	Ruim – tempo considerado pouco para o atendimento das necessidades essenciais a vida, podendo comprometer a produtividade do animal.
	Atendimento das necessidades essenciais à saúde e conforto
>65	Bom – limite de porcentagem de tempo considerado bom, permitindo sobra de tempo para os comportamentos essenciais à vida; o excesso dessas acima desta faixa pode limitar o tempo das atividades essenciais a vida.
50-65	Médio – faixa contendo o limite mínimo de tempo necessário ao atendimento das atividades.
30-50	Ruim – faixa de tempo limitada demais para o atendimento das necessidades de movimentação e execução das atividades consideradas importantes ou essenciais a saúde e conforto.
*<30	Muito ruim – tempo insuficiente para o atendimento de mais que uma atividade, o que é um reflexo de más condições para o bem estar.

QUADRO 2 - Classificações dos intervalos de comportamentos que visam às necessidades essenciais a vida e ao conforto (continuação)

Classificação das condições de bem estar das aves a partir da classificação das variáveis dos comportamentos				
Essenciais à vida	Essenciais ao conforto			
	<30%	30-50%	50-65%	>65%
>32%	Ruim	Médio	Bom	Ruim
26-32%	Médio	Bom	Bom	Bom
23-26%	Médio	Médio	Bom	Médio
20-23%	Ruim	Médio	Médio	Ruim
< 20%	Muito ruim	Ruim	Ruim	Muito ruim

Adaptado de Alves et al.[17], Pereira et al. [14], Royer et al.[12]

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. COMPORTAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DO BEM ESTAR NO PERÍODO DE CRIAÇÃO:

Não houve diferença para as atividades comportamentais de poedeiras observadas aos 21 dias (Tabela 3) e aos 42 dias de idade (Tabela 4) quando analisados pelo teste de Kruskal Wallis (P>0,05).

Porém Loureiro et al.[18] incluiu farelo de tomate na dieta de poedeiras e observou maior consumo de ração à medida que se aumentou os níveis de inclusão, visto que a baixa digestibilidade dessa fração fibrosa aumenta a taxa de passagem gastrointestinal, reduzindo a digestibilidade dos nutrientes e da energia, ocasionando déficit nutricional, obrigando a um maior consumo de alimento para suprir necessidades nutricionais. Mas além do nível de inclusão, as características químicas da fração de fibra utilizada nas rações também podem interferir na digestibilidade dos nutrientes e causar deficiência nutricional, desencadeando comportamentos repetitivos como a maior frequência de visita ao comedouro.

TABELA 3 - Percentual de comportamentos observados em poedeiras na fase de cria, aos 21 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis e fontes de fibra bruta na dieta

		Bagaço de Cana		Farelo de Trigo	
Atividades	Testemunha	3,0% FB	3,5% FB	3,0% FB	3,5% FB
Comer	22,1	14,0	13,2	21,7	14,5
Beber	2,4	2,8	1,1	2,3	4,5
Frequência Comedouro	2,7	3,7	3,8	2,3	1,4
Frequência Bebedouro	4,4	2,7	1,5	2,3	3,3
Explorar penas	14,9	12,8	11,7	10,8	13,1
Esticar asas	1,4	0,3	1,4	0,71	1,3
Recolher pés	3,9	1,0	2,8	1,1	3,7
Coçar	0,8	1,1	1,6	1,2	0,9
Ciscar	1,6	0,5	1,2	1,2	1,6
Bicar outras aves	1,3	0,7	1,2	0,8	0,3
Bicar grades	3,6	1,7	2,0	1,1	1,6
Dormir	6,0	6,8	6,8	8,7	6,3
Deitado observando	4,1	10,7	8,9	12,7	7,9
Imobilidade tônica	10,4	20,8	12,7	9,5	12,7
Andando de um lado pra outro	17,3	19,3	25,4	20,7	22,8

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Kruskal Wallis com 5% de significância, rejeitando H0.

TABELA 4 - Percentual de comportamentos observados em poedeiras na fase de cria, aos 42 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis e fontes de fibra bruta na dieta

		Bagaço de Cana		Farelo de Trigo	
Atividades	Testemunha	3,0% FB	3,5% FB	3,0% FB	3,5% FB
Comer	20,7	30,8	22,8	24,3	21,0
Beber	3,9	1,4	0,3	2,1	1,1
Frequência Comedouro	0,4	0,4	1,3	0,2	0,8
Frequência Bebedouro	1,5	0,3	1,7	1,9	1,6
Explorar penas	12,0	5,3	15,3	7,7	8,8
Esticar asas	0,7	1,5	1,1	0,7	0,6
Recolher pés	1,1	2,8	2,1	2,2	2,1
Coçar	1,7	1,0	1,5	1,4	1,4
Ciscar	0,7	0,8	1,1	0,5	0,7
Bicar outras aves	5,4	4,8	4,6	2,4	6,4
Bicar grades	2,9	5,6	2,2	0,4	0,9
Dormir	6,4	7,5	4,2	8,1	5,7
Deitado observando	17,0	8,1	19,8	16,4	14,7
Imobilidade tônica	12,3	19,2	10,7	10,7	14,1
Andando de um lado pra outro	18,7	18,3	13,1	19,2	18,7

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Kruskal Wallis com 5% de significância, rejeitando H0.

A frequência de consumo de alimento quando as aves são criadas em gaiola é maior, comparado à aves criadas em cama, já que quando acamadas, as aves possuem maior número de atividades de distração. Em gaiolas, pela ausência de estímulos para execução de comportamentos diversos, acabam aumentando a frequência ao comedouro[19]. Em cama o apetite natural das aves por fibra quando não suprido pela dieta, é compensado com a ingestão de material de cama, já em gaiola essa compensação é realizada com a ingestão de penas, ocasionando maior frequência de aves explorando penas, com penas arrancadas e canibalismo. Hartini et al.[20], Aerni et al.[21] e Hetland et al.[22] verificaram redução da incidência de aves com penas arrancadas e canibalismo com a utilização de cama e também rações com inclusão de fibra.

Krimpen et al.[23] mostraram uma redução na incidência de bicagem de penas com um aumento de 25% do conteúdo de fibra insolúvel na dieta. Miller e Bearse[24] substituíram o milho por trigo na dieta e obtiveram menor ocorrência de canibalismo e melhor características de empenamento das aves. Entretanto, mesmo mostrando efeitos benéficos sobre o comportamento de bicagem de penas e canibalismo, principalmente em poedeiras, em outros estudos que tratam dos efeitos do aumento da fração fibrosa das rações no consumo de ração das aves, relatam que a alta capacidade de absorção de água da fração solúvel – arabinoxilanas presentes na parede celular do farelo de trigo - contribui para a redução no consumo em virtude do volume ocupado no trato digestório[25] e à passagem mais lenta da digesta[26].

A partir da classificação das atividades segundo a ordem de importância para as aves com 21 e 42 dias de idade, em essenciais a vida e de saúde e conforto, não foram percebidas diferenças pelo teste de Kruskal Wallis (Figura 1 e 2).

Obteve-se a classificação da condição de bem-estar de cada tratamento a partir dos percentuais de comportamentos observados nas aves e considerando inferências das atividades (intervalos propostos por Alves et al. [19], já que não necessariamente, a percepção de um maior percentual de atividades de conforto seja um indicativo de bem-estar animal. Percebeu-se que o uso do bagaço de cana independente do nível de fibra utilizado, foi ruim para as condições de bem estar das aves com 21 dias (Tabela 5). Já com 42 dias, observou-se efeito negativo sobre as aves alimentadas com 3,0 % FB com BC e 3,5% de FB com FT (Tabela 6). Os demais tratamentos apresentaram resultados que indicam valores esperados para o comportamento, considerando a variação das condições do ambiente ou nutricional[14,17].

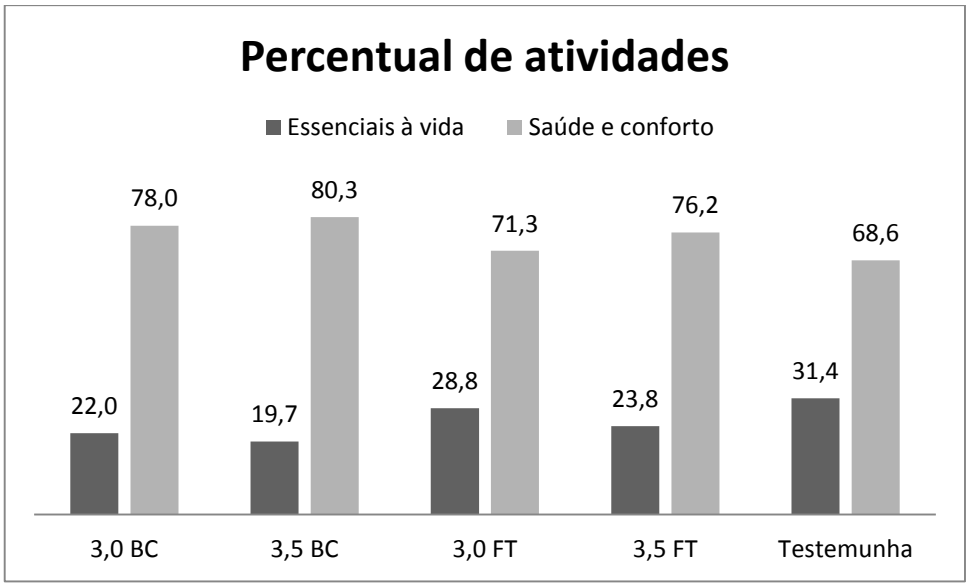


FIGURA 1 - Percentual de comportamentos observados pelas aves aos 21 dias de idade classificadas pela ordem de importância de atividades para o desenvolvimento animal

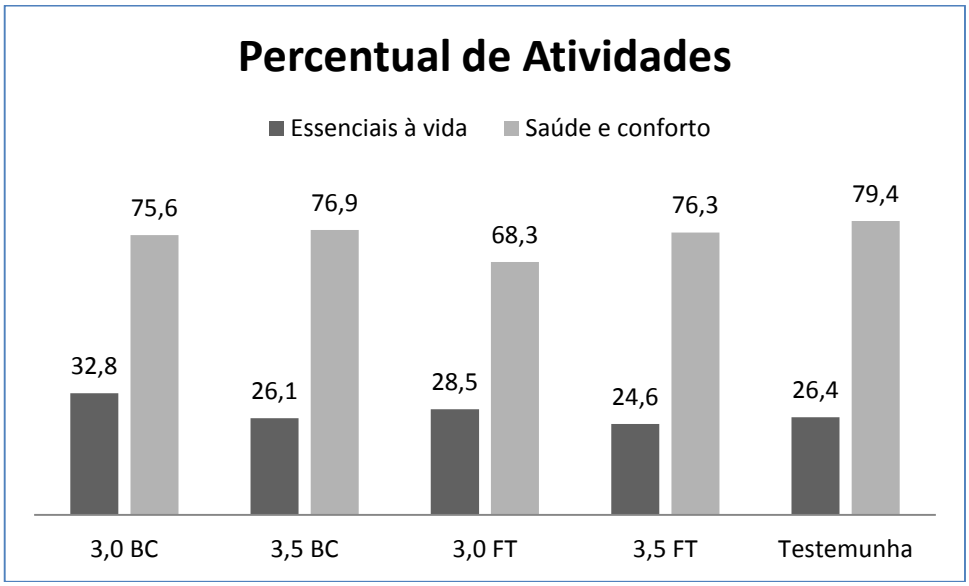


FIGURA 2 - Percentual de comportamentos observados pelas aves aos 42 dias de idade classificadas pela ordem de importância de atividades para o desenvolvimento animal.

TABELA 5 - Determinação das condições de bem estar de poedeiras com 21 dias de idade a partir das inferências das atividades e sua importância no desenvolvimento animal

	Resultados obtidos %		
	Essenciais a vida*	Essenciais ao conforto e saúde**	Condição de bem estar
3,0 BC	22,0	78,0	Ruim
3,5 BC	19,7	80,3	Muito Ruim
3,0 FT	28,8	71,3	Bom
3,5 FT	23,8	76,2	Médio
TESTEMUNHA	31,4	68,6	Bom

*Atividades essenciais a vida: comer, beber e dormir; essenciais ao conforto e saúde**: coçar, esticar asas e explorar penas (limpeza e arrumação), andar de um lado para o outro e ciscar (investigação do ambiente), deitar (descanso) e bicar grade (fuga do ócio). As médias não se diferem pelo teste de Kruskal Wallis com 5% de significância

TABELA 6 - Determinação das condições de bem estar de poedeiras com 42 dias de idade a partir das inferências das atividades e sua importância no desenvolvimento animal

	Resultados obtidos %		
	Essenciais a vida*	Essenciais ao conforto e saúde**	Condição de bem estar
3,0 BC	32,8	75,6	Ruim
3,5 BC	26,1	76,9	Bom
3,0 FT	28,5	68,3	Bom
3,5 FT	24,6	76,3	Ruim
TESTEMUNHA	26,4	79,4	Bom

*Atividades essenciais à vida: comer, beber e dormir; essenciais ao conforto e saúde**: coçar, esticar asas e explorar penas (limpeza e arrumação), andar de um lado para o outro e ciscar (investigação do ambiente), deitar (descanso) e bicar grade (fuga do ócio). As médias não se diferem pelo teste de Kruskal Wallis com 5% de significância.

4. CONCLUSÃO

A utilização de fibra bruta na alimentação de frangas não alterou o comportamento das aves, mas interferiu negativamente as condições de bem estar com a utilização de bagaço de cana.

5. REFERÊNCIAS

1. Becker BG. Bem-estar animal em avicultura. 7° simpósio Brasil sul de avicultura; 2006; Chapecó, Brasil. Anais. VII simpósio Brasil sul de avicultura, 2006; 1: 149-153.
2. Randall M.ThePhysiologyof Stress: Cortisol andtheHypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis. DUJS Online - The Dartmouth Undergraduate Journal of Science, 2010. [Acessoem 18 Abril 2015]. Disponível em: http://dujs.dartmouth.edu/fall-2010/the-physiology-of-stress-cortisol-and-the-hypothalamic-pituitary-adrenais#.VYMW9flViko. Farm Animal Welfare Council's.
3. Weeks CA, Nicol CJ. Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. World's Poul Sci Jour. 2006; 62: 296-307
4. Broom DM. Animal Welfare: Concepts and Measurements. Journal of Animal Science. 1991;(69): 4167 – 4175.
5. Haas E N, Nielsen BL, Buitenhuis A J, Rodenburg TB. Selection on feather pecking affects response to novelty and foraging behaviour in laying hens. Applied Animal
6. HetlandH,Choct M, Svihus B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. WorlPoul Sci J. 2004; 60: 415 – 22.
7. Hartini S, Choct M, Himch G, Kocher A, Nolan J V. Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of isa brown laying hens. Journal of Applied Poultry Research. 2002; 11: 104–110.
8. Krás RV, Kessler AM, Ribeiro AML, Henn JDi, Santos II dos, Halfen DP, Bockor L. Effect of dietary fiber and genetic strain on the performance and energy balance of broiler chickens. Rev. Bras.Cienc.Avic. 2013. 15: 15-19.
9. Del-Claro K. Comportamento animal: uma introdução à ecologia comportamental. Jundiaí: Conceito; 2004. 132p
10. Bertechini AG. Nutrição de monogástricos. Lavras: Ed. UFLA. 2012; 373p.
11. Fukayama EH, Sakomura NK, Neme R, Freitas ER. Efeito da temperatura ambiente do empenamento sobre o desempenho de frangas leves e semipesadas. *Ciência* e Agrotecnologia. 2005; 29 (6): 1272-80.
12. Royer AFB. Capim cidreira (CymbopogoncitratusStapf) na dieta hídrica pré abate de frangos de corte. [Dissertação]. Dourados:, Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias; 2013.
13. Rudkin C, Stewart G.D. Behaviour of hens in cages - A pilot study using video tapes. A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation. 2003; 40 (477): 102.
14. Pereira DF, *Nääs* IA, Romanini CB, Salgado DD, Pereira GOT. Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas. Engenharia Agrícola. 2005; 25 (2): 308-314.
15. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2013. URL http://www.R-project.org/. Acessado em 18 de janeiro de 2018.
16. Hurnik JF. Poultry welfare. Poultry Production. 1995; 23: 561-578.
17. Alves SP, Oliveira da Silva IJ, Piedade SMS. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. R. Bras. Zootec, 2007. 36(5):1388-1394.

18. Loureiro RRS, Rabello CBV,Ludke JV, Dutra Júnior WM, Guimarães AAG, Silva JHV. Farelo de tomate (*Lycopersicumesculentum Mill.*) na alimentação de poedeiras comerciais. ActScient. An Sci.2007; 29(4): 387-94.
19. Hughes BO, Duncan IJH. The notion of ethological "need", models of motivation and animal welfare. Ani Behaviour. 1988; 36: 1696-1707.
20. Hartini S, Choct M, Himch G, Kocher A, Nolan J V. Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of isa brown laying hens. Jour of ApplPoul Research. 2002. 11: 104–110.
21. Aerni V, El-Lethey H, Wechsler B. Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. Brit Poul Sci. 2000; 41: 16–21.
22. Hetland H, Svihus B, Choct M. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. Jour App Poul Research. 2005. 14:38-46.
23. Van Krimpen MM, Kwakkel RP, VanPeet-SchweringCMC, DenHartogLA,Verstegen MWA. Effects of nutrient dilution and nonstarch polysaccharide concentration in rearing and laying diets on eating behavior and feather damage of rearing and laying hens. Poul Sci. 2009;88: 759–73.
24. Miller MW, Bearse GE. The cannibalism preventing properties of oats. Poul Sci. 1937; 16 (5): 314-321.
25. Rodríguez-Palenzuela P, Garcia J, De Blas C. Fibra soluble y suimplicaciónennutrición animal: enzimas y probióticos. In: Curso de Especialización FEDNA, 14, 1998, Barcelona. Palestras... Barcelona: FEDNA, 1998; 229-239.
26. Dunkley KD, Duncley CS, Njongmeta NL, Callaway TR, Hume ME, Kubena LF, Ninbet DJ, Ricke SC. Comparison of in vitro fermentation and molecular microbial profiles of high fiber feed substrates incubated with chikencecalinocua. PoulScie. 2007; 86: 801 – 10.

CAPÍTULO 4

FONTES E NÍVEIS DE FIBRA DIETÉTICA PARA FRANGAS DE POSTURA COMERCIAL NAS FASES DE CRIA E RECRIA

Projeto Aprovado Integralmente pela Comissão de Ética do Uso de Animais – CEUA Protocolo n°079/2014.

CAPÍTULO 4 - FONTES E NÍVEIS DE FIBRA DIETÉTICA PARA FRANGAS DE POSTURA COMERCIAL NAS FASES DE CRIA E RECRIA

Resumo: Avaliar o desempenho, desenvolvimento de órgãos e digestibilidade de poedeiras alimentadas com níveis crescentes de fibra bruta. O trabalho foi realizado na Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS, utilizando-se 360 pintainhas da linhagem Bovans White criadas da 1ª semana de idade até a 18ª semana, em DIC com arranjo fatorial 2x2+1: dois níveis de fibra bruta (3,0% e 3,5 % de FB) duas fontes (farelo de trigo e bagaço de cana) e um testemunha (milho e farelo de soja), totalizando cinco tratamentos, com seis repetições de 12 aves na cria e 10 aves na recria. Foram avaliados o desempenho, peso relativo de carcaça e órgãos, digestibilidade da MS, PB, FDN e FDA. Obteve-se menor ganho de peso com dietas com 3,0% de FB com seis semanas. Menor consumo de ração bagaço de cana com 6 semanas e 3,5% de FB com 18 semanas. Menor peso do fígado, largura da moela e o comprimento do intestino grosso na fase de cria com 3,5% de fibra bruta. Na recria, o bagaço de cana aumentou o comprimento do intestino grosso, comprimento e largura da moela. Obteve-se maior peso do oviduto nas aves com 18 semanas com 3,0% de FB com bagaço de cana e com 3,5% de FB com farelo de trigo. Menor metabolizabilidade da MS, PB, FDN e FDA com 3,0% de FB e com bagaço de cana na recria. O uso do farelo de trigo, com a inclusão de 3,0 e 3,5% de FB, reduz a idade ao primeiro ovo.

Palavras-chave: bagaço de cana, desempenho, farelo de trigo, órgãos.

CHAPTER 4 - SOURCES AND LEVELS OF DIETARY FIBER FOR PULLETS OF LAYING PHASES OF COMMERCIAL CREATES AND RECREATES

Abstract: Evaluate the performance, organ development and digestibility of laying hens fed with increasing levels of crude fiber. The work was done at Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados - MS using 360 birds of Bovans White line created the first week of age until the 18th week, DIC with factorial arrangement 2 x 2 +1 : two levels of crude fiber (3.0% and 3.5% from FB) two sources (wheat bran and bagasse) and a witness (corn and soybean meal), totaling five treatments, with six repetitions of 12 birds in the creates and 10 bird in the recreates. We assessed the performance, carcass and organs relative weight, digestibility of DM, CP, FDN and FDA. Obtained less weight gain diets with 3.0% FB with six weeks. Lower feed intake bagasse with 6 weeks and 3.5% FB with 18 weeks. Lower weight of the liver, gizzard width and the length of the large intestine in the 3.5% fiber create. The rebuilds, the bagasse has increased the length of the large intestine, length and width of the gizzard. Obtained higher weight of oviduct in birds with 18 weeks with 3.0% FB with bagasse and 3.5% FB with wheat bran. Minor metabolizabilidade of MS, CP, NDF and FDA with 3.0% of FB and bagasse in rebuilds. The use of wheat bran, with the inclusion of 3.0 and 3.5% FB, reduces the age at first egg.

Keywords: bagasse, performance, wheat bran, organ

1. INTRODUÇÃO

A ingestão de alimentos infere sobre padrões de peso e qualidade de frangas de reposição, visto que o desenvolvimento corporal e reprodutivo responde a aspectos nutricionais. O estímulo de consumo de energia deve ser realizado visando a obtenção de reservas energéticas que serão utilizadas pelas aves em produção[1], contudo, o peso corporal ideal das aves deve respeitar recomendações no manual da linhagem, estando no máximo 15% a mais do preconizado[2] pois o limite entre o peso ideal e a obesidade de poedeiras é pequeno e pode comprometer o desempenho produtivo das aves na fase de postura[1; 3].

Comumente, como garantia das condições corporais da franga para expressão do seu potencial genético[4] adotam-se programas alimentares que reduzem os níveis nutricionais da dieta e risco de sobrepeso das aves, com a inclusão de carboidratos fibrosos na formulação para manutenção dos níveis energéticos da ração. Podendo, a partir da adequação dos níveis de fibra dietética melhorar o aproveitamento de nutrientes e o desempenho das aves sem utilização de promotores de crescimento[5,6].

A presença de fibra na dieta melhora a digestibilidade de amido e gordura, oriundo da estimulação da atividade da moela, aumentando o refluxo da digesta do duodeno para moela, aumentando a secreção de α-amilase e ácidos biliares[3,7].

Independente da diluição nutricional provocada pela fibra nas dietas, a inclusão moderada de fibra na ração tem demonstrado melhora dos órgãos digestivos[8] alterando seu desenvolvimento e provocando aumento da secreção de HCL, ácidos biliares e enzimas[8, 9,10] alterações na viscosidade da digesta, alteração na mucosa intestinal e mudança na regulação hormonal[11].

No entanto, a relação da utilização de fibra bruta e suas frações na dieta de poedeiras e seus efeitos sobre o desenvolvimento das frangas em fase crescimento ainda são pouco conhecidos.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o desempenho, desenvolvimento de órgãos digestivos e reprodutivos, idade ao primeiro ovo e digestibilidade total de frangas leves na fase de cria (1° a 6° semanas de idade) e recria (7°a 18° semanas de idade), alimentadas com níveis crescentes de fibra bruta na dieta, a partir da inclusão de bagaço de cana e farelo de trigo na formulação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no aviário experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS. O projeto de pesquisa foi analisado e aprovado integralmente pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFG) sob protocolo n.°079/2014.

O setor de avicultura da universidade conta com um galpão experimental com 50 m de comprimento, 10 m de largura e pé direito com 3 m de altura. Apresentando cortinas e sobrecortinas, ventiladores, nebulizadores e placa evaporativa, adotando o sistema de ventilação por pressão negativa para o controle térmico das instalações. Dispõe de 56 boxes para criação das aves em piso,com área de 4,5m² cada, no entanto, para criação das aves experimentais foram divididos ao meio, respeitando-se uma densidade de 10 a 14 aves/m^2. Cada repartição recebeu um bebedouro pendular e comedouro tubular para fornecimento de água e alimento *ad libitum* e o aquecimento inicial foi feito através de lâmpadas infravermelhas de 250 W para cada repartição, utilizando-se como material de cama e isolante térmico para piso a palha de arroz.

As instalações experimentais foram previamente higienizadas, com cuidados dispensados quanto à qualidade e sanidade dos equipamentos para o recebimento das pintainhas evitando a incidência de doenças e ferimentos. O número de manejadores também foi limitado ao tratador e aos acadêmicos envolvidos na pesquisa evitando o estresse dos animais durante as atividades desenvolvidas no experimento.

Foram utilizadas 360 pintainhas da linhagem Bovans White obtidas da Granja Lovair Lucio de Nardi, Mercoaves Comércio de Aves Ltda, de Caxias do Sul – RS. As aves foram recebidas com um dia de idade e foram criadas a partir da 1ª semana de idade até a 18ª semana, seguindo as recomendações contidas no manual da linhagem (Bovans White da ISA - Hendrix Genetics Company) previamente vacinadas em incubatório contra a doença de Marek e Bouba aviária. Posteriormente, durante o período experimental, foram vacinadas contra as doenças de Gumboro, aos 7, 21 e 35 dias de idade, bronquite infecciosa e New Castle, aos 14 dias (Bovans White da ISA - Hendrix Genetics Company).

A debicagem das aves foi realizada aos 10 dias e 10 semanas de idade, utilizando-se debicador automático elétrico de marca Avifag®. O programa de luz adotado disponibilizava luz natural e artificial, respeitando as recomendações contidas no Manual de Manejo Bovans White (Isa Poultry, 2015). As aves com um dia foram alojadas

nos boxes experimentais, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2x2+1, sendo dois níveis de fibra bruta na dieta (3,0% e 3,5 % de FB) duas fontes de fibra (farelo de trigo e bagaço de cana) e um tratamento testemunha (ração base composta por milho e farelo de soja), totalizando 5 tratamentos, com seis repetições de 12 aves cada na fase de cria.

Na fase de recria foi utilizado o mesmo delineamento experimental utilizado na fase de cria. No entanto, ao final da fase de recria 1 (12 semanas) as aves foram transferidas para o galpão de recria II e postura para fase de adaptação na pré-postura. O galpão experimental possui dimensões de 6 m de comprimento, 2,5 m de largura e 3,5 m de pé-direito, com cobertura de telha de fibrocimento, piso de concreto e paredes de alvenaria.

Foram utilizados bebedouros tipo nipple e comedouros tipo calha de alumínio galvanizado para fornecimento de água e alimento *ad libitum*. O galpão de recria 2 e postura FCA/UFGD segue o modelo convencional de criação de aves em gaiolas, constando de 60 gaiolas de arame galvanizado, com capacidade de 10 aves cada. Utilizando-se então, 10 aves por repetição cada tratamento, totalizando 60 aves e 320 aves experimentais na fase de recria.

As rações experimentais utilizadas foram isoproteicas e isoenergéticas, com níveis distintos de fibra bruta, formuladas segundo as recomendações nutricionais contidas no manual de criação da linhagem Bovans White da ISA (Hendrix Genetics Company) para as fases cria (Tabela 1), recria 1 (Tabela 2) recria 2 (Tabela 3) e, produzidas na fábrica de ração da Universidade Federal da Grande Dourados.

Os níveis de fibra incluídos na dieta foram determinados a partir da formulação da dieta basal, definida como tratamento controle, com milho e farelo de soja, considerando a inclusão máxima de 2,5 a 3,0 % de fibra bruta, em dietas para animais monogástricos proposta por Bertechini [12]. Posteriormente, para os demais tratamentos adotaram-se os níveis de inclusão de dieta 3,0 % e 3,5 % de fibra bruta na dieta, com a utilização de bagaço de cana e farelo de trigo como fonte de fibra solúvel determinando-se também a composição das frações constituintes da parede celular do bagaço de cana e farelo de trigo (Tabela 4).

TABELA 1 - Composição percentual e nutricional das dietas experimentais na fase de cria I (1-6 semanas de idade)

Ingredientes	Controle	Bagaço de cana		Farelo de trigo	
		3,0 %	3,5%	3,0 %	3,5%
Milho	65,30	65,78	60,00	63,63	51,20
Farelo de soja 45%	24,00	28,01	27,30	28,91	28,50
Calcário	1,50	1,10	1,05	1,20	1,20
Fosfato bicálcico	2,00	1,82	1,90	1,77	1,70
Amido	2,50	1,00	1,10	0,00	1,40
Sal comum	0,80	0,41	0,45	0,41	0,45
Dl-metionina	0,50	0,14	0,30	0,12	0,20
Treonina	1,30	0,00	0,40	0,00	0,00
Lisina	0,60	0,04	0,50	0,00	0,05
Premix vit[1]	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix mineral[2]	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Óleo	0,00	0,00	2,00	1,04	4,80
Bagaço de cana	0,00	1,23	4,50	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	2,53	10,00
Total	100	100	100	100	100
Composição Nutricional (%)					
Proteína	18,0	18,0	18,00	18,00	18,00
EM (kcal/kg)	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
Fibra bruta	2,5	3,0	3,5	3,0	3,5
FDN (%)**	14,8	17,7	19,7	19,1	25,3
FDA (%)**	11,6	12,1	13,1	12,0	11,6
Cálcio	1,34	0,95	0,94	0,94	0,95
P disponível	0,46	0,44	0,45	0,44	0,44
Sódio	0,34	0,18	0,19	0,18	0,20
Lisina DIG	1,22	0,87	1,21	0,88	0,92
Metionina DIG.	0,73	0,39	0,54	0,38	0,45
Met + Cist DIG.	0,95	0,64	0,78	0,64	0,71
Treonina DIG.	1,83	0,62	0,69	0,64	0,62

[1]Suplemento vitamínico para frangas – Fase inicial/crescimento: vit. A - 1.600.000 UI; vit. D3 - 550.000 UI; vit. E - 2.500 mg; vit. K3 - 360 mg; vit. B1 - 480 mg; vit. B2 – 1.200 mg; vit. B6 - 500 mg; vit. B12 – 2.400 mg; Niacina *(niacin)* – 7.600 mg; Ác. Pantotênico (*pantothenicacid*) – 2.400 mg; Ác. fólico *(folicacid)* – 200 mg; Metionina - 200.000 mg; Colina – 60.000mg; L-lisina (*L- lysine*) – 20.000 mg; Salinomicina– 20.000 mg; Biotina – 12 mg; Bioxido Si – 20 g. [2]Suplemento mineral *(Mineral supplement)*: Fe - 10.000 mg; Cu – 1.800 mg; Zn – 15.000 mg; Mn –16.000 mg; I - 180 mg; Se – 60 mg.Dig: Digestível; * Calculada; ** Determinada.

TABELA 2 - Composição percentual e nutricional das dietas experimentais na fase de recria I (7-12 semanas de idade)

Ingredientes	Controle	Bagaço de cana		Farelo de trigo	
		3,0 %	3,5%	3,0 %	3,5%
Milho	69,90	69,21	67,62	68,39	58,00
Farelo de soja 45%	21,18	23,14	23,28	21,19	20,00
Calcário	2,00	2,22	0,95	0,99	0,98
Fosfato bicálcico	2,00	1,62	1,61	1,55	1,56
Amido	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Sal comum	1,00	0,36	0,36	0,25	0,35
Dl-metionina	0,24	0,04	0,04	0,04	0,20
Treonina	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Lisina	0,30	0,00	0,00	0,00	0,20
Premix vit[1]	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix mineral[2]	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Óleo	0,00	0,00	0,99	1,23	5,00
Bagaço de cana	0,00	2,21	4,93	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	6,05	13,60
Total	100	100	100	100	100
Composição Nutricional (%)					
Proteína	16,00	16,00	16,00	16.000	16,00
EM (kcal/kg)	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
Fibra bruta	2,50	3,00	3,500	3,00	3,50
FDN (%)**	18,34	22,35	29,32	24,57	30,11
FDA (%)**	11,71	12,07	14,10	12,21	14,15
Cálcio	1,32	1,31	0,83	0,83	0,83
P disponível	0,46	0,39	0,39	0,39	0,41
Sódio	0,41	0,16	0,16	0,16	0,16
Lisina DIG	0,92	0,73	0,73	0,70	0,85
Metionina DIG.	0,46	0,27	0,27	0,27	0,41
Met + Cist DIG.	0,68	0,50	0,50	0,59	0,64
Treonina DIG.	0,73	0,55	0,55	0,54	0,52

[1]Suplemento vitamínico para frangas – Fase inicial/crescimento: vit. A - 1.600.000 UI; vit. D3 - 550.000 UI; vit. E - 2.500 mg; vit. K3 - 360 mg; vit. B1 - 480 mg; vit. B2 – 1.200 mg; vit. B6 - 500 mg; vit. B12 – 2.400 mg; Niacina *(niacin)* – 7.600 mg; Ác. Pantotênico (*pantothenicacid*) – 2.400 mg; Ác. fólico*(folicacid)* – 200 mg; Metionina - 200.000 mg; Colina – 60.000 mg; L-lisina (*L- lysine*) – 20.000 mg; Salinomicina – 20.000 mg; Biotina – 12 mg; Bioxido Si – 20 g.

TABELA 3 - Composição percentual e nutricional das dietas experimentais na fase de recria II (13 a 18 semanas de idade)

Ingredientes	Controle	Bagaço de cana		Farelo de trigo	
		3,0 %	3,5%	3,0 %	3,5%
Milho	74,08	70,00	67,00	70,82	63,00
Farelo de soja 45%	17,53	18,00	18,19	15,31	14,50
Calcário	3,00	3,00	2,50	1,38	1,21
Fosfato bicálcico	2,28	2,00	1,50	1,12	2,00
Amido	0,00	0,20	1,30	0,00	0,00
Sal comum	1,50	1,00	0,60	0,33	0,37
Dl-metionina	0,004	0,20	0,17	0,009	0,23
Treonina	0,00	0,00	0,10	0,00	0,10
Lisina	0,00	0,20	0,18	0,00	0,10
Premix vit[1]	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix mineral[2]	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Óleo	0,00	1,20	1,85	1,82	5,00
Bagaço de cana	0,00	4,00	6,50	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	9,00	13,80
Total	100	100	100	100	100
Composição Nutricional (%)					
Proteína	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
EM (kcal/kg)	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
Fibra bruta	2,50	3,00	3,50	3,00	3,50
FDN (%)**	16,07	19,48	21,99	16,32	19,51
FDA (%)**	12,20	13,01	13,14	12,03	12,06
Cálcio	1,75	1,31	1,37	0,87	1,01
P disponível	0,51	0,39	0,36	0,31	0,48
Sódio	0,61	0,16	0,25	0,15	0,16
Lisina DIG	0,59	0,73	0,74	0,57	0,63
Metionina DIG.	0,42	0,27	0,37	0,22	0,42
Met + Cist DIG.	0,22	0,50	0,56	0,42	0,62
Treonina DIG.	0,48	0,55	0,56	0,47	0,54

[1]Suplemento vitamínico para frangas – Fase inicial/crescimento: vit. A - 1.600.000 UI; vit. D3 - 550.000 UI; vit. E - 2.500 mg; vit. K3 - 360 mg; vit. B1 - 480 mg; vit. B2 – 1.200 mg; vit. B6 - 500 mg; vit. B12 – 2.400 mg; Niacina *(niacin)* – 7.600 mg; Ác. Pantotênico (*pantothenicacid*) – 2.400 mg; Ác. fólico*(folicacid)* – 200 mg; Metionina - 200.000 mg; Colina – 60.000 mg; L-lisina (*L- lysine*) – 20.000 mg; Salinomicina – 20.000 mg; Biotina – 12 mg; Bioxido Si – 20 g.

TABELA 4 - Composição em frações da parede celular das fontes de fibra (Bagaço de Cana: BC e Farelo de Trigo: FT) utilizadas nas formulações das rações experimentais

	Fração		Açúcares de constituintes*								Total
Alimento	FDN[1]	FDA[2]	Rha	Fuc	Ara	Xyl	Man	Gal	Glu	GalA	g/100g
BC	59,5	56,0	0,1	0,1	2,1	2,4	0,3	1,4	3,5	0,8	10,7
FT	44,6	16,6	0,1	0,1	2,1	2,8	0,3	1,2	4,1	0,6	11,3

Dados são baseados em análise em duplicata e expressos em g /100 g;

[1] Frações que compõem a parede celular vegetal, representada pela pectina, hemicelose e porções de celulose solúvel;

[2] Frações que compõem a parede celular vegetal, representada pela lignina e celulose; *Açúcares que constituem as frações que compõem a parede celular e conferem características de solvatização com água ou formação de cristais insolúveis, sendo os principais a rha: ramnose; fuc: fucose; ara, arabinose; xyl: xilose; man: manose; gal: galactose, glu: glucose; GalA, ácido galacturônico.

As variáveis estudadas foram:

a) Desempenho médio total e peso médio semanal:

O consumo médio total (g/ave) foi obtido por meio das médias semanais (g/ave) de consumo para todo o período estudado (1° a 6° semanas; 7° a 12° semana; 13° a 18° semana). Para a pesagem das sobras, foi utilizada uma balança semi-analítica da marca Gehaka, modelo BK-4000, com precisão de 0,01g.

O peso vivo foi obtido por pesagens ao final de cada semana, para cada repetição e tratamento. Obtendo-se o peso médio total no período de criação e o peso semanal por ave, dividindo-se o peso total do grupo pelo número de aves de cada repetição de cada tratamento. As aves foram pesadas em balança semi-analítica da marca Gehaka, modelo BK-4000, com precisão de 0,01g e o resultado foi expresso em quilograma.

O ganho de peso médio total representa a diferença entre o peso vivo ao final do período de cria (6° semana de idade) e ao início (1° semana de idade), final do período de recria 1 (12° semana de idade) e ao início (7° semana de idade), final do período de recria 2 (18° semana de idade) e ao início (13° semana de idade).

b) Peso relativo da carcaça, órgãos digestivos (moela, intestino delgado e grosso, pâncreas e fígado) e comprimento de intestinos, comprimento e largura de moela:

O peso relativo da carcaça e órgãos foi determinado com 3, 6, 14 e 18 semanas de idade. Foi pesada em balança semi-analítica da marca Gehaka, modelo BK-4000, com precisão de 0,01g e selecionada para obtenção de parcelas experimentais com peso

uniforme, uma ave de cada repetição com o peso médio do tratamento, totalizando seis aves abatidas por tratamento[13]. As aves receberam água (à vontade) e, após o jejum, foram pesadas, abatidas por deslocamento cervical)[14], depenadas e pesadas novamente para determinação do peso sem penas[15].

Após a evisceração e depena, as carcaças foram pesadas em balança semi-analítica da marca Gehaka, modelo BK-4000, com precisão de 0,01g, determinando-se o peso relativo da carcaça a partir da relação peso da carcaça x peso vivo, expresso em percentual. Posteriormente, as carcaças (ave inteira sem penas) foram desossadas, com a separação dos cortes de peito para obtenção do peso relativo através da relação peso do corte x peso vivo e expresso em percentual.

A mesma relação de peso foi utilizada para gerar o peso de moela, intestinos (delgado e grosso), pâncreas e fígado[3,15], ovários, oviduto e gordura abdominal (recria) que foram pesados em balança de precisão a 0,01 g e os dados de peso expressos em porcentagem do peso corporal. Os intestinos foram devidamente esvaziados para determinação do peso dos órgãos vazios[1], separando-se o ceco para avaliação do desenvolvimento do órgão a partir da alimentação com material fibroso.

O comprimento de intestinos, largura e comprimento de moela foram realizados com o auxílio de uma fita métrica e os resultados expressos em cm. A medição da moela para obtenção do comprimento foi realizada posicionando-se a moela sobre a fita métrica, em que a extremidade correspondente a ligação do proventrículo com a moela (entrada da moela) ficou no início da graduação numérica da fita e a região pilórica correspondendo ao final da moela, sendo o comprimento final do órgão. Para a determinação da largura da moela, esta foi reposicionada, girando o órgão em ângulo de 90° graus sobre a fita métrica da posição inicial, medindo-se a moela de uma extremidade lateral a outra.

b) Idade ao primeiro ovo

Para a idade ao primeiro ovo, os registros foram feitos assim que alguma ave, em cada repetição, realizava a primeira postura de um ovo com características comerciais. Após, realizou-se a contagem em dias de vida da ave, determinando-se a idade em dias do primeiro ovo de cada repetição.

c) Coeficiente de metabolizabilidade do bagaço de cana e do farelo de trigo das dietas experimentais:

As análises bromatológicas das rações e das excretas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás (UFG) e no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade Anhanguera de Dourados.

Foram separadas amostras representativas de 1000g das dietas na fase de cria para a determinação de sua composição em matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e nitrogênio (N)[16]. Também foram retiradas amostras do bagaço de cana e farelo de trigo para a avaliação da composição nutricional em matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e nitrogênio (N), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA). As amostras foram embaladas em sacos plásticos e identificadas quanto à composição da dieta e fase de criação, armazenadas em refrigerador (4°C). Também foram separadas amostras representativas de 1000g das fontes de fibra para determinação da sua composição de açúcares constituintes da parede celular. As amostras foram embaladas em sacos plásticos e identificadas e encaminhadas para o Laboratório de Análises de Alimentos da AB Vista, division of AB Agri LTDA.

Para determinação da digestibilidade foi realizada a coleta total de excretas nos últimos quatro dias de cada fase de criação, duas vezes ao dia, com o auxílio de bandejas de alumínio, previamente revestidas com plástico para evitar a perda de excretas. Depois de coletadas, as excretas foram inspecionadas para retirada de penas, pesadas para a determinação da quantidade de fezes produzidas e acondicionadas em sacos plásticos, identificados por repetição e congeladas.

Após o descongelamento à temperatura ambiente, as excretas foram homogeneizadas por repetição, sendo retirada uma amostra de aproximadamente 500 g para ser seca em estufa de ventilação forçada a 55ºC, por 72 horas, a fim de proceder a pré-secagem, para a determinação da amostra seca ao ar[16]. A seguir, as amostras de excretas foram processadas em moinho com peneira de 1 mm e levadas para o laboratório para a determinação da matéria seca, cinzas, nitrogênio, seguindo metodologia descrita por Silva [16] e FDN e FDA seguindo metodologia descrita por Van Soest [17,18].

O método utilizado para a determinação do nitrogênio total nas rações experimentais e nas excretas foi o de micro-Kjeldahl, conforme a metodologia proposta pelo Association of Official Agricultural Chemists – AOAC[19]. As fórmulas utilizadas

para cálculo do balanço de nitrogênio (BN) foram: BN (g): N Ingerido – N excretado e BN (%): (N ingerido – N excretado) / ingerido x 100.

A partir das análises laboratoriais, calculou-se o coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), FDN (CMFDN) e FDA (CMFDA):

$$\text{Matéria seca: CMMS (\%)} = \frac{\text{(MS ingerida (g) – MS excretada (g))}}{\text{MS ingerida (g)}} \times 100$$

$$\text{Proteína Bruta: CMPB (\%)} = \frac{\text{(PB ingerida (g) – PB excretada (g))}}{\text{PB ingerida (g)}} \times 100$$

$$\text{FDN: CMFDN(\%)} = \frac{\text{(FDN ingerida (g) – FDN excretada (g))}}{\text{FDN ingerida (g)}} \times 100$$

$$\text{FDA: CMFDA(\%)} = \frac{\text{(FDA ingerida (g) – FDA excretada (g))}}{\text{FDA ingerida (g)}} \times 100$$

Os dados foram submetidos à análise de variância com o auxílio do software R (R Core Team, 2013)[20]procedendo-se comparação múltipla pelo teste de Tukey com significância 5% e teste de Dunnet para o tratamento testemunha.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. DESEMPENHO E DESENVOLVIMENTO CORPORAL:

3.1.1. Desempenho na fase de cria e recria:

Não houve interação dos fatores sobre o desempenho médio total (Tabela 5) na fase de cria e recria ($P>0,05$). Observou-se um menor ganho de peso com a utilização do tratamento testemunha com quatro semanas de idade e com as dietas com 3,0% de FB ($P<0,05$). O consumo de ração foi menor nas aves que receberam bagaço de cana com seis semanas e 3,5% de FB com 18 semanas de idade. Porém, com seis semanas a melhor conversão alimentar foi obtida com a inclusão de bagaço de cana na formulação ($P<0,05$).

A conversão alimentar de poedeiras também foi afetada pela fonte de fibra em trabalho realizado por Praes et al.[13], observando piora na conversão dos animais alimentados com casca de algodão (maior teor de FB). Loureiro et al.[21] com a alimentação de poedeiras com níveis crescentes (0, 5, 10, 15, 20%) de farelo de tomate (47,28 % FB, 56,04% FDN e 45,91% FDA) exibiram maior consumo de ração das aves submetidas à maiores níveis de farelo. Braga et al.[22] utilizaram farelo de coco, que apresenta alto teor de fibra, na alimentação de poedeiras e obtiveram redução do consumo de ração a medida que se aumentou a inclusão de farelo na ração, observando um menor consumo das aves alimentadas com o nível máximo de inclusão (20% de farelo de coco, 4,5 % de FB), sobretudo quando comparado ao tratamento testemunha, similar ao do presente estudo, composto por ração basal de milho e soja.

Lima et al.[23] alimentaram poedeiras com farelo de coco (0, 5, 10, 15 e 20%) e Brunelli et al. [24] com 30% de gérmen de trigo (cerca de 34% a mais de FB na dieta) e obtiveram redução no consumo das aves a medida que se aumentou os níveis de fibra na dieta de poedeiras. Já Brito et al.[25] constataram aumento no consumo quando substituíram 100% do milho em por farelo de gérmen de milho integral em rações para poedeiras. Os autores atribuíram o resultado à menor densidade da ração contendo alta quantidade de fibra.

TABELA 5. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), peso médio (PM) e conversão alimentar (CA) total de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (4 e 6 semanas), recria I (7- 12 semanas), recria II (13-18 semanas de idade)

Consumo, ganho de peso, peso médio e conversão alimentar (g)																
	4 sem				6 sem				12 sem				18 sem			
	CR	GP	PM	CA	CR	GP	PM	CA	CR	GP	PM	CA	CR	GP	PM	CA
Tratamentos	**Testemunha vs fatorial***															
Testemunha	570	204b	269	2,82a	1152	395	444	2,92	1773	471	1006	3,84	2592	165	1204	15,7
T1(3,0%FB;BC)	550	224a	248	2,45b	1191	393	442	3,03	1997	525	1051	3,80	2647	186	1208	14,2
T2(3,5%FB;BC)	560	214a	268	2,63a	1165	398	445	2,92	1865	467	1013	4,01	2638	170	1198	15,5
T3(3,0%FB;FT)	580	218a	257	2,67a	1265	413	461	3,05	1822	454	1005	4,03	2458	182	1239	14,5
T4(3,5%FB;FT)	551	226a	262	2,43b	1111	409	457	2,72	1768	479	1037	3,70	2553	172	1237	16,2
P	0,515	0,021	0,144	0,008	0,465	0,246	0,303	0,910	0,349	0,683	0,369	0,851	0,763	0,585	0,188	0,750
	Níveis de Fibra															
3,0% FB	551	219	258	2,54	1178	395b	444b	2,98	1931	496	1032	3,91	2642a	178	1203b	14,9
3,5% FB	558	222	259	2,55	1188	411a	459a	2,89	1795	466	1021	3,86	2506b	177	1238a	15,8
P	0,630	0,637	0,892	0,956	0,790	0,022	0,023	0,396	0,117	0,184	0,594	0,844	0,016	0,401	0,004	0,372
	Fonte de Fibra Bruta															
Farelo de trigo	561	221	253	2,56	1228a	403	452	3,04a	1910	489	1028	3,91	2552	184	1223	14,4
Bagaço de cana	553	220	265	2,53	1138b	403	451	2,82b	1816	473	1025	3,86	2596	181	1218	16,3
P	0,591	0,892	0,065	0,760	0,024	0,943	0,906	0,045	0,277	0,452	0,895	0,787	0,412	0,079	0,622	0,069
CV%	6,45	6,65	6,00	8,02	7,78	3,85	3,55	8,75	11,15	8,03	4,83	3,26	4,98	8,22	2,21	6,67

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo Teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Samli et al.[26] alimentaram poedeiras com farelo de arroz (0, 5, 10, 15 e 20%) e também observaram menor consumo das aves que receberam rações com maiores concentrações de fibra. Pinheiro et al. [27] explica que alimentos fibrosos possuem menor peso por volume e na presença de água causam distensão gástrica, saciando a fome e reduzindo o consumo de alimentos.

Houve variação do peso médio das aves entre as semanas 6, 7, 9, 16 e 17 de idade, em que as aves alimentadas com 3,0 % e 3,5 % de FB com farelo de trigo e 3,5% de FB apresentaram maior peso médio semanal ($P<0,05$) (Tabela 6). Mas entre a nona e décima semana, o peso médio das aves variou entre as fontes, obtendo-se maior peso com o uso de bagaço de cana e farelo de trigo, respectivamente. Essa variação entre as fontes de fibra na dieta também foi observada por Amaral[28] com a utilização de rações para poedeiras com a inclusão de farelo de trigo, observando maior peso das aves ao final da fase de recria em comparação com as que receberam ração com casca de soja. O autor atribuiu à composição das fontes de fibra, que indicam que os PNA solúveis presentes no farelo de trigo não comprometeram a digestão e absorção dos nutrientes pelas aves. Por outro lado, a ração com casca de soja reduziu o peso corporal das aves. Já Braz et al.[4] obtiveram menor peso corporal ao final da fase de crescimento das aves alimentadas com maior nível de fibra na ração (18,50% de FDN).

Carré et al.[29] também relataram um desempenho prejudicado de frangos de corte sob alimentação com dietas formuladas com farelos de soja, com maiores níveis de casca, a que relacionaram a efeitos antinutricionais de alguns componentes da fibra na dieta de aves, especialmente para as mais jovens. Sobretudo, à característica de algumas fibras de absorver água, aumentando o volume ocupado no trato digestório, reduzindo a ingestão de alimento[22]. Gonzáles et al.[6] também cita que algumas fibras apresentam cadeias carbônicas mais ramificadas, ficando retidas no trato digestório por um período maior de tempo, ocupando espaço no papo e moela, reduzindo a freqüência de retorno ao comedouro pelas aves.

TABELA 6 - Peso médio (P) semanal de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (0 a 6 semanas), recria I (7-12 semanas), recria II (13-18 semanas)

	Peso médio (g)																	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
Tratamentos	**Testemunha vs fatorial***																	
Testemunha	81	130	191	248	326	444	534	599	653b	765	917	1006	1046	1138	1168	1228b	1289b	1327
T1(3,0%FB;BC)	79	131	182	268	330	442	525	633	687b	813	921	1050	1027	1129	1164	1237b	1313b	1328
T2(3,5%FB;BC)	79	128	189	257	331	445	546	622	720a	810	866	1013	1013	1133	1173	1233b	1301b	1297
T3(3,0%FB;FT)	77	129	187	262	335	461	551	648	711a	807	912	1005	1055	1145	1208	1287a	1347a	1339
T4(3,5%FB;FT)	79	132	191	264	346	457	558	642	750a	861	861	1037	1067	1175	1214	1280a	1324a	1338
P	0,128	0,818	0,383	0,566	0,235	0,303	0,255	0,003	0,0005	0,016	0,310	0,369	0,750	0,376	0,159	0,034	0,026	0,925
	Níveis de Fibra																	
3,0% FB	79	130	185	262	330	444b	536b	627	704	812	893	1032	1020b	1131	1169b	1235b	1307b	1312
3,5% FB	78	131	189	252	341	459a	554a	645	731	834	886	1021	1061a	1160	1,211a	1284a	1335a	1338
P	0,398	0,516	0,375	0,268	0,144	0,023	0,031	0,102	0,078	0,274	0,768	0,594	0,006	0,053	0,003	0,0004	0,027	0,140
	Fonte de Fibra Bruta																	
Farelo de trigo	78	130	184	265	332	452	538	641	699b	810	916a	1021	1041	1137	1186	1262	1330	1333
Bagaço de cana	79	130	190	264	338	451	552	632	735a	836	863b	1025	1040	1154	1193	1257	1312	1317
P	0,584	0,996	0,159	0,280	0,382	0,906	0,103	0,396	0,019	0,213	0,033	0,895	0,940	0,246	0,588	0,662	0,161	0,359
CV%	4,71	3,31	4,77	4,54	5,00	3,55	3,69	4,07	5,09	6,04	6,43	4,83	3,25	3,09	2,73	2,41	2,26	3,18

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo Teste de Tukey com 5% de probabilidade.

3.1.2. Peso relativo e medidas de órgãos:

Não houve interação para as variáveis avaliadas quanto ao peso relativo de órgãos (P>0,05) (Tabela 7 e 8). Houve variação da fonte de fibra sobre o peso de peito, obtendo-se menor peso de peito com a utilização de bagaço de cana na ração com quatro e 18 semanas de idade (P<0,05). Contudo, com seis semanas o bagaço de cana aumentou o peso relativo do peito, assim como a utilização de 3,5% de FB. A utilização de 3,5 % de FB reduziu o peso da carcaça das aves com 12 semanas de idade, mas aumentou seu rendimento na fase final de criação, com 18 semanas (Tabela 9). O desenvolvimento do peito nas aves está relacionado a maior quantidade de hormônio sexual circulante, sendo um indicativo de desenvolvimento sexual em machos e fêmeas, responsivo a atividade hipofisária e liberação de hormônios gonadotróficos e esteroides. Além do desenvolvimento do peito, o rendimento de carcaça das aves e peso médio em casa fase, também indicam o desenvolvimento reprodutivo da franga e eficiência alimentar da dieta, visto que a melhor utilização de nutrientes acarreta no desenvolvimento tecidual e diferenciação celular. Porém Bonato et al.[30] aumentaram o nível de inclusão de farelo de arroz integral nas dietas de frangos e também obtiveram menor peso corporal, bem como menor peso da carcaça e menor peso de peito.

A utilização de bagaço de cana aumentou o peso da moela na fase inicial e na recria. O nível de inclusão de 3,5% afetou negativamente o peso do fígado, a largura da moela e o comprimento do intestino grosso na fase de cria das frangas (P<0,05) (Tabela 8). Porém, na fase de recria o bagaço de cana aumentou a largura da moela e percebeu-se também alteração positiva no peso do intestino grosso com 3,5 % de FB e também com a utilização de 3,0 % de FB com farelo de trigo e bagaço de cana. Amaral[28] também testou níveis de fibra na dieta de poedeiras, mas não observou diferença no peso dos intestinos.

Gonzalez-Alvarado et al.[6] e Kalmendal et al.[31] descreveram maior desenvolvimento da moela de frangos de corte alimentados com fibra adicional na dieta e comentaram sobre uma melhora na digestibilidade de nutrientes e o crescimento. Isto, pois quantidades moderadas de fontes de fibra bruta, sobretudo frações de fibra insolúvel, na alimentação das aves pode ocasionar um acúmulo de fibra na moela [32] estimulando o desenvolvimento do órgão e função. Esse consequente aumento da digestão mecânica do alimento, tem sido relacionado a um aumento do peso do pâncreas e maior quantidade de secreção pancreática, digestão e absorção de nutrientes[6,8,9], influenciando o peso corporal da ave.

TABELA 7 - Peso relativo de carcaça (CA), peito (PE), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), ceco (CE), moela (MO), pâncreas (PA) e fígado (FI) de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (4 e 6 semanas de idade)

	Peso relativo (%)															
	4 semanas								6 semanas							
	CA	PE	ID	IG	CE	MO	PA	FI	CA	PE	ID	IG	CE	MO	PA	FI
Tratamentos	**Testemunha vs fatorial***															
Testemunha	88,8	15,6	2,58	1,14	0,39	3,46	0,49	2,78b	92,1	15,0a	1,97	1,04	0,29	3,53	0,26	2,83
T1(3,0%FB;BC)	91,8	16,1	2,31	1,07	0,31	3,19	0,57	3,08a	90,9	12,8b	2,09	0,86	0,29	3,12	0,30	3,03
T2(3,5%FB;BC)	92,1	14,3	2,52	0,98	0,42	3,74	0,37	3,19a	90,7	15,3a	2,15	0,85	0,28	2,88	0,28	2,95
T3(3,0%FB;FT)	88,0	14,8	2,54	0,95	0,37	3,38	0,43	3,17a	89,2	15,3a	2,43	1,07	0,35	2,81	0,21	2,95
T4(3,5%FB;FT)	77,4	14,4	2,18	1,30	0,38	3,48	0,49	2,69b	90,7	15,4a	2,09	1,01	0,33	3,28	0,35	2,47
P	0,167	0,197	0,352	0,683	0,582	0,931	0,700	0,022	0,221	0,690	0,317	0,349	0,674	0,019	0,636	0,934
	Níveis de Fibra															
3,0% FB	92,0	15,2	2,41	1,02	0,36	3,47	0,47	3,14a	90,8	14,1b	2,12	0,85b	0,34	3,00	0,29	2,99
3,5% FB	82,7	14,6	2,36	1,12	0,38	3,43	0,46	2,93b	89,9	15,4a	2,26	1,04a	0,38	3,04	0,28	2,72
P	0,436	0,317	0,770	0,461	0,155	0,796	0,802	0,043	0,484	0,017	0,463	0,038	0,217	0,822	0,834	0,267
	Fonte de Fibra Bruta															
Farelo de trigo	89,9	15,4a	2,42	1,01	0,34	3,29b	0,50	3,13	90,0	14,1b	2,26	0,96	0,29	2,96	0,26	2,99
Bagaço de cana	84,8	14,3b	2,35	1,14	0,36	3,61a	0,43	2,94	90,7	15,6a	2,12	0,93	0,34	3,08	0,30	2,71
P	0,845	0,038	0,682	0,374	0,100	0,046	0,265	0,061	0,627	0,022	0,482	0,663	0,362	0,528	0,251	0,264
CV%	8,27	8,17	8,34	8,21	6,24	10,94	7,68	7,77	3,41	8,66	8,23	7,92	5,24	4,32	4,26	4,17

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo Teste de Tukey com 5% de probabilidade.

TABELA 8 - Peso relativo de carcaça (CA), peito (PE), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), ceco (CE), moela (MO), pâncreas (PA) e fígado (FI) de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de recria (12 e 18 semanas de idade)

	Peso relativo (%)															
	12 semanas								18 semanas							
	CA	PE	ID	IG	CE	MO	PA	FI	CA	PE	ID	IG	CE	MO	PA	FI
Tratamentos	**Testemunha vs fatorial***															
Testemunha	90,8	16,6	1,52a	0,26b	0,14	2,44b	0,22	2,33a	89,8b	16,6	0,91c	0,33	0,18	17,8b	0,18	2,1
T1(3,0%FB;BC)	91,5	15,6	1,36a	0,40a	0,12	2,56b	0,19	2,33a	91,5a	15,6	1,05b	0,40	0,25	18,1b	0,18	2,4
T2(3,5%FB;BC)	89,5	15,9	1,44a	0,31b	0,14	2,77a	0,21	2,42a	89,5 a	15,9	1,03b	0,40	0,18	21,0a	0,20	2,4
T3(3,0%FB;FT)	91,5	16,9	1,45a	0,47a	0,11	2,24b	0,18	2,05b	91,5 a	16,9	1,18a	0,56	0,28	18,1b	0,18	2,4
T4(3,5%FB;FT)	90,9	16,8	1,19b	0,31b	0,15	2,05c	0,21	2,02b	90,9 a	16,8	1,11a	0,43	0,20	16,4b	0,20	2,2
P	0,329	0,242	0,002	0,004	0,150	0,001	0,348	0,057	0,029	0,242	0,053	0,183	0,146	0,008	0,395	0,488
	Níveis de Fibra															
3,0% FB	91,5a	16,2	1,38	0,30b	0,14	2,40	0,21	2,19	90,2b	16,3	1,11	0,46	0,25	18,0	0,31	2,41
3,5% FB	89,7b	16,8	1,40	0,43a	0,15	2,41	0,23	2,23	91,9a	16,4	1,08	0,42	0,21	18,7	0,28	2,32
P	0,001	0,222	0,101	0,007	0,576	0,877	0,318	0,734	0,021	0,897	0,558	0,523	0,196	0,442	0,362	0,647
	Fonte de Fibra Bruta															
Farelo de trigo	91,1	16,5	1,32	0,35	0,15	2,15b	0,21	2,04	91,4	16,9a	1,15	0,40	0,22	17,2b	0,29	2,30
Bagaço de cana	90,1	16,6	1,40	0,38	0,15	2,66a	0,22	2,38	90,7	15,7b	1,14	0,39	0,27	19,6a	0,32	2,43
P	0,062	0,858	0,175	0,558	0,997	0,0001	0,736	0,010	0,318	0,038	0,094	0,106	0,519	0,014	0,299	0,512
CV%	1,33	7,53	9,59	7,74	7,92	10,8	7,11	3,39	1,84	7,66	2,79	5,16	9,30	11,46	8,79	9,67

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo Teste de Tukey com 5% de probabilidade.

TABELA 9 – Comprimento intestino delgado (CID), comprimento intestino grosso (CIG), comprimento de moela (CMO), largura de moela (LMO) de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (4 e 6 semanas de idade) e recria (12 e 18 semanas de idade)

Comprimento e largura (cm)																
	4 semanas				6 semanas				12 semanas				18 semanas			
	CID	CIG	CMO	LMO	CID	CIG	CMO	LMO	CID	CIG	CMO	LMO	CID	CIG	CMO	LMO
Tratamentos	**Teste vs fatorial**															
Testemunha	73,7	11,6	4,3	3,7	84,1b	13,6b	4,3	3,7	116,6	22,2	5,2	6,05b	117,0	22,2	4,9b	4,3b
T1(3,0%FB;BC)	78,2	13,1	4,1	4,1	88,0b	17,1a	4,1	4,1	116,1	21,1	5,0	6,01b	110,5	21,1	5,0b	4,4b
T2(3,5%FB;BC)	80,1	11,5	4,0	3,7	89,0b	14,5a	4,0	3,7	114,9	23,3	5,0	6,58a	114,1	23,3	5,8a	5,6a
T3(3,0%FB;FT)	80,2	14,3	4,0	4,0	94,6a	15,3a	4,0	4,0	113,4	23,4	5,1	5,41b	117,7	23,4	5,1b	4,5b
T4(3,5%FB;FT)	80,1	11,6	3,7	3,0	95,5a	10,6c	3,7	3,0	112,5	22,6	5,1	4,65c	111,6	22,6	4,8b	4,3b
P	0,231	0,235	0,146	0,847	0,019	0,018	0,146	0,847	0,808	0,599	0,134	0,0002	0,623	0,321	0,0009	0,0002
	Níveis de Fibra															
3,0% FB	80,2	12,3a	3,7	3,9	92,0	15,3a	3,7	3,9	113,4	22,2	5,6	5,6	114,1	22,3	5,07	4,48b
3,5% FB	83,1	11,5b	3,8	3,8	94,5	12,5b	3,8	3,8	114,7	23,1	6,1	5,7	112,8	22,9	5,28	4,95a
P	0,098	0,0003	0,274	0,079	0,076	0,0003	0,274	0,079	0,638	0,399	0,062	0,683	0,713	0,437	0,124	0,030
	Fonte de Fibra Bruta															
Farelo de trigo	80,2	11,7a	4,0	4,1a	90,8	15,7a	4,0	4,1a	112,7	22,5	5,7	5,0b	114,6	23,0	4,99b	4,40b
Bagaço de cana	81,3	12,0b	4,1	3,3b	91,7	12,0b	3,8	3,3b	115,5	22,8	6,1	6,3a	112,4	22,3	5,36a	5,02a
P	0,721	<,0001	0,376	0,0005	0,721	<,0001	0,274	0,0005	0,382	0,814	0,174	0,0001	0,508	0,364	0,009	0,005
CV%	6,98	6,45	7,58	62,68	6,94	6,45	6,58	6,68	6,71	10,97	9,79	10,46	7,39	9,33	6,14	10,39

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo Teste de Tukey com 5% de probabilidade.

3.1.3. Desenvolvimento de órgãos reprodutivos e idade ao primeiro ovo:

Não houve interação para o peso e comprimento de órgãos reprodutivos (P>0,05) (Tabela 9). Obteve-se maior do peso do oviduto nas aves com 18 semanas de idade com a utilização do tratamento com a inclusão de 3,0% de FB com bagaço de cana e com 3,5% de FB com farelo de trigo em relação ao controle. Braz et al. [4] não encontraram influencia do nível de FDN da ração sobre tamanho do ovário e oviduto. Segundo os autores o maior peso relativo do ovário das aves leves pode ser responsivo ao maior desenvolvimento desse órgão, possibilitando a essas aves o início da postura antes das semipesadas.

As aves que consumiram os tratamentos com 3,0 e 3,5% de FB com farelo de trigo entraram em postura mais cedo, apresentando uma menor idade ao primeiro ovo. A precocidade da ave está relacionada ao peso corporal alcançado na pré postura[4] e quando apresentam maior peso corporal nas semanas que antecedem a postura tendem a liberar os primeiros ovos mais cedo. Resultados que foram observados no presente estudo, em que as aves que obtiveram maior peso com 16 e 17 semanas (Tabela 6) em resposta aos tratamentos com 3,0 e 3,5% de FB com farelo de trigo, obtiveram menor idade em dias ao primeiro ovo. Resultados distintos dos apresentados por Araújo et al. [33] que perceberam que a cada 1% de inclusão de farelo de trigo na ração, a idade das aves ao primeiro ovo aumentou em 0,6 dia. Já Freitas et al. [34] utilizaram níveis crescentes de trigo (0,16, 32, 48 %) na ração de frangas em crescimento, e não perceberam ação negativa da fibra sobre o desempenho das aves da 7ª a 18ª semana de idade.

TABELA 10. Comprimento (cm) de oviduto (CO) e peso relativo (%) de ovário (OVA), oviduto (OVI) e gordura abdominal (GA) de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (12 e 18 semanas de idade)

Comprimento (cm) e peso relativo (%) de órgãos reprodutivos									
	12 semanas				18 semanas				
Tratamentos	CO (cm)	OVI (%)	OVA (%)	GA (%)	CO (cm)	OVI (%)	OVA (%)	GA (%)	Idade 1ª ovo
	Teste vs fatorial								
Testemunha	8,57	0,08	0,38	2,57	30,3	1,43b	0,92	0,68	120,0a
T1(3,0%FB;BC)	7,88	0,11	0,39	2,23	29,3	2,40a	1,10	0,61	117,0a
T2(3,5%FB;BC)	8,25	0,08	0,44	2,45	32,3	1,71ab	0,95	0,58	117,1a
T3(3,0%FB;FT)	8,25	0,09	0,24	2,25	31,3	1,73ab	0,86	0,86	114,3b
T4(3,5%FB;FT)	7,83	0,08	0,41	2,23	33,3	2,63a	1,18	0,75	113,1b
P	0,336	0,279	0,184	0,365	0,079	0,022	0,125	0,515	0,050
	Níveis de Fibra								

TABELA 10. Comprimento (cm) de oviduto (CO) e peso relativo (%) de ovário (OVA), oviduto (OVI) e gordura abdominal (GA) de poedeiras alimentadas com bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (12 e 18 semanas de idade) (continuação)

3,0% FB	8,04	0,10	0,31	2,24	41,6	2,06	0,78	0,74	115,6
3,5% FB	8,12	0,11	0,33	2,35	38,9	2,02	0,72	0,67	115,1
P	0,875	0,329	0,102	0,133	0,311	0,928	0,446	0,521	0,781
Fonte de Fibra Bruta									
Farelo de trigo	7,87	0,10	0,32	2,35	39,6	2,18	1,02	0,80	114,7
Bagaço de cana	8,29	0,11	0,31	2,43	37,2	1,91	0,98	0,78	117,0
P	0,433	0,329	0,197	0,346	0,703	0,555	0,338	0,084	0,076
CV%	5,79	7,68	4,72	7,44	9,35	4,95	2,08	9,98	3,78

Médias seguidas por letras distintas diferem pelo Teste de Tukey com 5% de probabilidade.

3.2. COEFICIENTE DE METABOLIZABILIDADE DO BAGAÇO DE CANA E FARELO DE TRIGO:

Obteve-se menor metabolizabilidade da proteína bruta das rações com 3,0 % de FB e com bagaço de cana na fase inicial (4 semanas) ($P<0,05$) (Tabela 11). Não houve diferença da metabolizabilidade das rações com seis semanas de idade ($P>0,05$). No entanto, na fase recria a metabolizabilidade da MS, PB, FDN e FDA foi reduzida com a utilização de 3,0% de FB e com bagaço de cana. Com 12 semanas, a metabolizabilidade da PB e FDN foi melhor com a ração testemunha.

Arruda et al.[35] utilizaram feno de leucena como fonte de fibra na dieta de aves caipiras, mas não notou efeito da fonte de fibra sobre o coeficiente de metabolizabilidade da FDN e FDA, porém observou resposta negativa da metabolizabilidade da PB, com o uso do feno de leucena. Os autores citam que a redução na metabolizabilidade da PB pode ter sido causada pela influencia da fibra na viscosidade da digesta, atividade enzimática e a capacidade de absorção intestinal destes nutrientes[36].

Oliveira[37] incluiu pectina cítrica (2, 3, 4 e 5% de pectina) na ração de poedeiras e percebeu redução dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca e proteína bruta das aves que receberam ração com fibra em comparação ao tratamento controle. Fato que o ator atribui à característica de geleificação da pectina no interior do trato gastrointestinal, que dificulta a ação de enzimas, diminuindo a disponibilidade de carboidratos, lipídios e minerais para absorção[38].

Pinheiro et al.[39] mostraram com seus resultados de metabolizabilidade da matéria seca, que o aproveitamento do conteúdo energético da dieta com alta fibra, pode

estar relacionado com a atuação das enzimas. Os autores obtiveram uma melhora significativa da metabolizabilidade da fibra utilizando dietas com fibra e adição de enzimas, a que atribuíram à atuação da enzima no sentido de solubilizar parte desta fração, tornando-a acessível como substrato aos processos fermentativos da flora microbiana cecal.

Pinheiro et al.[27] trabalhando com frangos alimentados com farelo de trigo e casca de cevada obteve efeito da porção de fibra sobre a metabolizabilidade total das diferentes frações da fibra. O autor encontrou coeficiente de variação de 56% para a metabolizabilidade total aparente da FDA e obteve valores negativos de metabolizabilidade da fibra bruta. Estudos anteriores relataram um impacto negativo das fontes de fibra na alimentação diária, desempenho de crescimento, e metabolizabilidade de nutrientes[40]. No entanto, os recentes ensaios têm mostrado que materiais fibrosos em níveis moderados reforçam o desempenho de crescimento de frangos [8, 41].

Pinheiro et al.[39] obtiveram resultados próximos aos encontrados nesse estudo com a utilização do menor nível de FB na dieta (2,5%) com 14 semanas (CMMS: 74% e CMPB: 68 %) e 18 semanas (CMPB: 67 %) para os coeficientes de metabolizabilidade da MS e PB utilizando dietas para frangos de corte com baixa (CMMS: 76,18 % e CMPB: 72,21%) e alta fibra (CMMS: 66,37 e CMPB: 68,16%).

Arruda et al.[35] também observaram diferenças do aproveitamento da FB na dieta de poedeiras alimentadas com feno de mata pasto em diferentes fases de criação. Assim como o presente estudo, a melhoria no aproveitamento da FB e desempenho das aves foram percebidos nas aves mais velhas. Segundo Macari et al.[42], a diferença da metabolizabilidade entre as fases de crescimento, com maior eficiência da utilização das frações fibrosas das aves com 18 semanas em relação às de 14 semanas, possivelmente deva estar associado a diferenças intrínsecas na eficiência digestiva relacionada à maturidade fisiológica das aves com a idade.

TABELA 11 - Coeficientes de metabolizabilidade (%) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) para poedeiras leves alimentadas com rações alimentadas rações com inclusão de fibra (Trat) e sem fibra (Testemunha), com fontes de fibra: bagaço de cana (BC) e farelo de trigo (FT) e com níveis distintos de fibra bruta (FB) na fase de cria (4 e 6 semanas) e recria (14 e 18 semanas de idade).

Coeficientes de Metabolizabilidade (%)																
	4 sem				6 sem				12 sem				18 sem			
	MS	PB	FDN	FDA	MS	PB	FDN	FDA	MS	PB	FDN	FDA	MS	PB	FDN	FDA
Tratamentos	**Testemunha vs fatorial***															
Testemunha	83,2	80,1a	80,8	80,6b	89,3	87,8	84,8	46,9	90,8	84,9	86,7	80,3	88,6	80,7a	85,6a	72,4
T1(3,0%FB;BC)	83,3	74,8b	80,2	79,5b	87,7	87,6	82,8	46,8	84,7	78,9	89,6	79,9	84,7	70,7b	78,7b	72,4
T2(3,5%FB;BC)	81,3	79,6a	79,7	81,1a	87,4	87,8	83,4	46,8	89,3	85,4	90,3	82,7	84,2	72,3b	71,7b	72,5
T3(3,0%FB;FT)	84,2	80,7a	80,3	81,6a	88,5	85,6	85,1	46,8	90,7	86,4	89,1	83,1	85,3	70,3b	69,6c	72,4
T4(3,5%FB;FT)	86,3	84,1a	84,7	83,7a	86,5	85,5	82,8	46,8	88,4	83,4	90,0	81,2	86,7	73,1b	77,8b	72,6
P	0,197	0,021	0,099	0,076	0,115	0,086	0,842	0,998	0,098	0,134	0,096	0,115	0,122	0,028	0,005	0,999
	Níveis de Fibra															
3,0% FB	83,8	77,8b	79,2	80,5	88,1	86,1	83,9	46,8	77,7b	72,4b	74,4b	63,3b	85,0	69,5	74,2	79,4
3,5% FB	83,8	8,18a	82,2	82,4	87,3	81,8	83,4	46,8	88,7a	84,4a	90,2a	81,5a	85,4	72,1	74,7	79,4
P	0,972	0,028	0,109	0,004	0,236	0,245	0,797	0,848	0,019	0,040	0,007	0,006	0,721	0,236	0,829	0,875
	Fonte de Fibra Bruta															
Farelo de trigo	84,3	82,7a	83,2a	82,9	87,7	79,6	85,3	46,8	91,0a	86,3a	89,2a	87,0a	83,9	67,2	72,6	79,4
Bagaço de cana	83,4	77,4b	78,8b	80,3	87,8	87,7	83,9	46,8	68,8b	73,1b	64,5b	67,7b	85,8	71,0	75,2	79,4
P	0,040	0,006	0,023	0,0002	0,871	0,062	0,567	0,985	0,017	0,048	0,019	0,003	0,759	0,681	0,220	0,997
CV%	3,51	4,70	4,84	1,51	1,51	10,28	5,24	0,36	11,32	5,30	13,96	8,18	3,21	8,25	7,65	0,11

Médias seguidas por letras distintas diferem o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. CONCLUSÃO

O uso de bagaço de cana prejudica a metabolizabilidade das dietas, sobretudo com a utilização de 3,0% de FB. O uso de 3,0 e 3,5% de FB e farelo de trigo, aumenta o peso médio das aves na pré postura e reduz a idade ao primeiro ovo.

5. REFERÊNCIAS

1. Sakomura NK, Rostagno HS.Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: FUNEP; 2007. 283.
2. Faria DE, Silva FHA, Rizzo MF. Sólidos totais e rendimento dos componentes dos ovos de poedeiras brancas e marrons. Acta Scient Ani Scie. 2007. 29(2): 173-177.
3. Sucupira FS. Curvas de crescimento e deposição de nutrientes no corpo e nos ossos de frangas de duas linhagens comerciais alimentadas com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na ração de crescimento (7 a 17 semanas de idade). 2014. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza. 2014. 84p
4. Braz NM, Freitas ER, Bezerra RM, Cruz CEB, Farias NNP, Silva NM, Sá NL. Fibra na ração de crescimento e seus efeitos no desempenho de poedeiras nas fases de crescimento e postura. Rev Br Zoo. 2011; 40 (12): 2744-53.
5. Oliveira DD, Pinheiro JW, Fonseca NAN, Oba A. Desempenho de frangos de corte alimentados com torta de girassol. Semina: Ciênc Agr, Londrina. 2012. 33(5): 1979-1990.
6. González-Alvarado JM, Jiménez-Moreno E, Lázaro R, Mateos GG. Effects of type of cereal,heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. Poul Sci. 2007; 86: 1705–15.
7. Hetland H, Svihus B, Krögdahl A. Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. Br. Poult. Sci. 2003. 44:275–282.
8. González-Alvarado JM, Jiménez-Moreno E, González-Sánchez D, Lazaro R,Mateos GG. Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age.An Feed Sci Tech. 2010; 162: 37 – 46.
9. Amerah AM, Ravindran V, Lentle RV. Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. Br Poul Sci. 2009. 50: 366-375.
10. Svihus B. The gizzard: Function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. World's Poult. Sci. J. 2011. 67:207–224.
11. Rosa AP, Uttpatel R. Uso de enzimas nas dietas para frangos de corte. In: Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 8., Anais... Chapecó, 2007. 102-115.
12. Bertechini AG. Nutrição de monogástricos. Lavras: Ed. UFLA. 2012; 373p.
13. Praes MFFM, Junqueira OM, Pereira AA, Filardi RS, Duarte KF, Sgavioli S, Alva JCR, Domingues CHF. High-Fiber Diets with Reduced Crude Protein for Commercial Layers. Braz Jour of Poul Sci. 2014. 16(2): 43-50.
14. União Brasileira de Avicultura (UBABEF). Annual Report 2012. [acessado 2014 maio 29]. Disponível em: http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/41c30a0f46702351b 561675f70fae077.pdf

15. Svihus B. The gizzard: Function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. World's Poult. Sci. J. 2011. 67:207–224.
16. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 235 p.
17. Van Soest PJ. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. Determination of plant cell-wall constituents. J of the Assoc of Official Analy Chem. 1963; 48: 829–835.
18. Van Soest PJ, Wine RH. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. J of the Assoc of Offic Analy Chem. 1967;50:50-5.
19. Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists (AOAC). 18. ed. Gaithersburg: AOAC; 2005.
20. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2013. URL http://www.R-project.org/. Acessado em 18 de janeiro de 2018.
21. Loureiro RRS, Rabello CBV,Ludke JV, Dutra Júnior WM, Guimarães AAG, Silva JHV. Farelo de tomate (*Lycopersicumesculentum Mill.*) na alimentação de poedeiras comerciais. ActScient. An Sci.2007; 29(4): 387-94.
22. Braga CVP, Fuentes MFF, Freitas ER, Carvalho LE, Sousa FM, Bastos SC. Efeito da Inclusão do Farelo de Coco em Rações para Poedeiras Comerciais. R. Bras. Zootec. 2005. 34(1):76-80.
23. Lima RC, Fuentes MFF, Freitas ER, Sucupira FS, Moreira RF, Braz NM.Farelo de coco na ração de poedeiras comerciais: digestibilidade dos nutrientes, desempenho e qualidade dos ovos. R. Bras. Zootec. 2007. 36(5): 1340-1346.
24. Brunelli SR, Pinheiro JW, Fonseca NAN, Oba A, Silva CA. Farelo de gérmen de milho desengordurado na dieta de poedeiras comerciais de 28 a 44 semanas de idade. Rev Bras de Zoot, Viçosa. 2010. 39(5): 1068-1073.
25. Brito MS. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos. Acta Veterinária Brasílica. 2008; 2 (4): 111-117.
26. Samli HE, Senkoylu N, Akyurek H. Using rice bran in laying hen diets. Jour Central Europ Agricul. 2006. 7(1): 135-140.
27. Pinheiro CC, Rego JCC, Ramos TA, Silva BKR,Warpechowski MB.Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. Ciên An Br. 2008; 9 (4): 984-96.
28. Amaral GF. Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. BNDES Setorial, Rio de Janeiro. 2014. 43:167-207.
29. Carré B, Gomez J, Chagneau AM. Contribution of oligosaccharide and polysaccharide digestion, and excreta losses of lactic acid and short chain fatty acids, to dietary metabolisable energy values in broiler chickens and adult cockerels. British Poultry Science, London. 1995; 36: 611-629.
30. Bonato EL, Zanella I, Santos R, Gasparini SP, Magon L, Rosa AP, Brittes LP. Uso de enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte. Ciên. Rural, Santa Maria, 2004. 34(2): 511-516.
31. Kalmendal R, Elwinger K, Holm L, Tauson R. High-fibre sunflower cake affects small intestinal digestion and health in broiler chickens. Br. Poult. Sci.2011. 52:86–96.
32. Hetland HJ, Svihus B, Choct M. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. J. Appl. Poult. Res. 2005. 14:38–46.

33. Araújo DM, Silva JHV, Araujo JA. Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de recria. R. Bras. Zootec, 2008. 37(1): 67-72.
34. Freitas ER, Braz NM, Watanabe PH, Cruz CEB, Nascimento GAJ, Bezerra RM. Fiber level for laying hens during the growing phase. Ciênc.Agrotec. 2014; 38(2): 188-98
35. Arruda AMV, Fernandes RTV, Oliveira JF, Filgueira TMB, Fernandes DR, Galvão RJD. Valor energético de fenos de forrageiras do semi-árido para aves Isa Label. Acta Vet Bras, 2010. 4(2): 105-112.
36. Arruda AMV, Melo AS, Oliveira RM, Souza DH, Dantas FDT, Oliveira JF. Avaliação nutricional do feno de leucena com aves caipiras. Acta Vet Bras. 2010. 4(3): 162-167.
37. Oliveira EM. Fibra solúvel na dieta de poedeiras semipesadas. 2014. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014. 50p.
38. Silva VK, Morita VS, Boleli IC. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com pectina na ração. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., Belo Horizonte. 2012. 6(4): 1017-1026.
39. Pinheiro JW, Fonseca NAN, Bridi AM, Silva CA, Oba A, Medeiros LG, Oliveira MLL. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais leves submetidas a dietas contendo torta de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*). Semina: Ciênc. Agr, Londrina, 2012. 33(4): 1555-1564.
40. Sklan D, Smirnov A, Plavnik I. The effect of dietary fiber on the small intestines and apparent digestion in the turkey. Br. Poult. Sci. 2003. 44:735–740
41. Jiménez-Moreno, E., J. M. González-Alvarado, R. Lázaro, and G. G. Mateos. Effects of type of cereal, heat processing of the cereal, and fiber inclusion in the diet on gizzard pH and nutrient utilization in broilers at differentages. Poult. Sci. 2009. 88:1925–1933. 36 LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Comercial poultry nutrition.2.ed. Ontario: University Books, 1997. 350p.
42. Macari M, Furlan RL, Gonzales E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. FUNEP/UNESP, Jaboticabal. 2008; 375p

CAPÍTULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, o uso de alimentos fibrosos para aves era limitado, basendo-se em características fisiológicas do animal em relação à digestão e aproveitamento de nutrientes oriundos desse tipo de material. Contudo, características das frações de fibra têm mostrado benefícios no desenvolvimento da moela, pâncreas e intestinos, refletindo no desenvolvimento corporal de frangas e reduzindo a idade do início da postura.

Nesse estudo, obteve-se ação positiva da fibra sobre o desenvolvimento da moela e intestinos, mas houve uma variação do tipo de fonte de fibra utilizado, pois em relação à composição da parede celular de cada fonte, o tipo e quantidade de cada polissacarídeo, presença ou não de arabinoxilanas, xilanases e betaglucanos foram parecidos. Assim, o isolamento das hemiceluloses, celuloses e pectinas que compõem o bagaço de cana e o farelo de trigo, possibilitaria uma investigação mais precisa da capacidade de cada polissacarídeo, em aglutinar água ou de aceleração de trânsito de digesta. Assim como, a determinação da viscosidade da digesta no intestino e quantificação de ácidos graxos voláteis possivelmente presentes no intestino grosso, oriundos do processo de fermentação nessa porção.

Os resultados obtidos para o desempenho das aves não excluem a utilização de fibra na dieta de aves, mas mostram a necessidade de mais pesquisas relacionadas a desenvolvimento tecidual e aproveitamento de nutrientes. Quanto ao comportamento, não foi observado alterações nas atividades realizadas, possivelmente pelas características químicas das fontes utilizadas, que diferente do esperado, principalmente com a utilização do bagaço de cana, não houve aceleração do esvaziamento do trato digestório e retorno ao comedouro. Ou, maior ingestão de água causada por maior absorção de água pela digesta com a utilização de farelo de trigo, pela sua conhecida concentração de arabinoxilanas.

A partir dos resultados obtidos pode-se afirmar que a utilização de fibra na dieta de frangas é uma prática que apresenta grande potencial, sobretudo no desenvolvimento dos órgãos digestivos que serão utilizados pela ave no aproveitamento dos nutrientes dos alimentos, contudo o fracionamento dos componentes da parede celular dos alimentos alternativos inclusos na dieta devem ser melhor explanados, assim como a utilização de metodologias que contemplem a avaliação dos produtos gerados a partir do processo de metabolizabilidade de nutrientes.