

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**NÁDIA DE MELO BRAZ**

**NÍVEIS DE FIBRA NA RAÇÃO DE CRESCIMENTO E SEUS EFEITOS NO  
DESEMPENHO DE DUAS LINHAGENS DE POEDEIRAS NAS FASES DE  
CRESCIMENTO E POSTURA**

**FORTALEZA - CEARÁ**

**2010**

**NÁDIA DE MELO BRAZ**

**NÍVEIS DE FIBRA NA RAÇÃO DE CRESCIMENTO E SEUS EFEITOS NO  
DESEMPENHO DE DUAS LINHAGENS DE POEDEIRAS NAS FASES DE  
CRESCIMENTO E POSTURA**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas

**FORTALEZA - CEARÁ**

**2010**

**NÁDIA DE MELO BRAZ**

**NÍVEIS DE FIBRA NA RAÇÃO DE CRESCIMENTO E SEUS EFEITOS NO  
DESEMPENHO DE DUAS LINHAGENS DE POEDEIRAS NAS FASES DE  
CRESCIMENTO E POSTURA**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

---

**Nádia de Melo Braz**

Dissertação aprovada em Fortaleza, Ceará em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Ednardo Rodrigues Freitas, D.Sc. (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof.<sup>a</sup> Irani Ribeiro Vieira Lopes, D.Sc (Conselheira)  
Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento , D.Sc (Conselheiro)  
Universidade Federal do Ceará - UFC

*Ao Pai eterno, Senhor de nossas vidas, Jesus Cristo.*

*Ao meu pai, Epifânio Braz Neto (in memorian), que mesmo ausente, se faz presente em meus pensamentos. Eternas SAUDADES.*

*À minha mãe, Zildene de Melo Braz, por não medir esforços para proporcionar escolarização de qualidade a mim e aos meus irmãos, por nos ensinar o quanto é importante o estudo e por ser exemplo de luta e fé em Deus.*

*Aos meus irmãos, Monalisa e Rafael, pela amizade, torcida, incentivo, exemplo e carinho em toda essa jornada.*

*Ao meu esposo, Carlos Alexandre da Costa Ayres, que Deus colocou ao meu lado para compartilharmos sonhos e sonharmos juntos por toda a vida. Pelo apoio, incentivo, confiança, amizade, carinho e amor. A quem dedico toda a admiração e o meu amor.*

*Aos meus amigos, que tornaram irmãos de coração.*

## **DEDICO**

*Ao Prof. Ednardo Rodrigues Freitas, pelos ensinamentos de vida e orientações profissionais. Muito abrigada.*

## **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força, saúde e coragem para continuar a caminhada.

À minha mãe, Zildene, que sempre me incentivou e esteve presente em todos os momentos da minha vida.

Ao meu esposo, Alexandre, que além de me incentivar, esteve voluntariamente nos fins de semana na UFC realizando as atividades do meu experimento comigo. Obrigada, por tanto amor.

Aos meus irmãos, Monalisa e Rafael, pelo exemplo, carinho e amizade.

Ao meu orientador, Dr. Ednardo Rodrigues Freitas, pela confiança e conhecimentos adquiridos.

Ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará – UFC, por ter me acolhido novamente após a graduação para realizar o curso de Mestrado em Zootecnia.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro para execução desta pesquisa.

A Hy-Line do Brasil pela doação das aves utilizadas na condução da pesquisa.

A FORT DODGE Saúde Animal Ltda. pela doação das vacinas utilizadas no programa de vacinação das aves experimentais.

Ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA), onde realizamos as análises químicas, em especial às funcionárias Roseane e Helena, que confiaram e me ajudaram nas atividades diárias no laboratório.

Ao Setor de Avicultura, representado pelos funcionários Cláudio, Isaías, Marcos e Paulo, que estavam sempre dispostos a ajudar na época da realização dos experimentos.

Ao funcionário Olavo Bastos da Fábrica de Ração, pela disponibilidade e ajuda na hora de fazer ração. Muito obrigada pelo seu apoio e compreensão.

À Roseane Madeira, amiga e companheira de luta nesse mestrado. Obrigada por ter ficado ao meu lado nos momentos mais difíceis e nos mais alegres até o final do curso. Vou lembrar sempre com muita alegria de você.

Às Zootecnistas e eternas amigas: Leninha, Kélvia e Paula, que são exemplos de força e que sempre me incentivaram. Obrigada, amigas, por estarem ao meu lado. Saibam que as amo muito.

Às colegas de Curso, Débora e Raffaella (Rafafa), que me ajudaram bastante quando eu precisei de mão-de-obra. Mesmo com os seus experimentos em andamento, sempre ofereceram ajuda. A todos os momentos, muito obrigada.

Aos estudantes de graduação, Alisson, André, Carlos Alberto, Francisco José (Franzé), Haroldo, Jayron, Nadja, Nemuel, Newton, Mário, Melânia, Patrícia e Wander, pela contribuição durante a realização dos experimentos, além da amizade construída.

Aos amigos do laboratório de nutrição animal Iana, Nery Júnior e Vitória, por proporcionarem momentos agradáveis durante as tarefas repetitivas no laboratório.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação, Ariane, Carlos Eduardo, Fabiane, Leonília (*in memorian*), Priscila, Rafael Nepomuceno, que durante a jornada de estudos foram companheiros.

Em especial, agradeço a tia Áurea (*in memorian*), que sempre torceu por mim e pediu a Deus a minha aprovação na seleção do Mestrado. Hoje tenho certeza que ela junto a Nossa Senhora continua intercedendo por todos que amava, principalmente pela filha (Leninha) e agora, pela neta (Ana Sara).

A todos que, direta ou indiretamente, tornaram possível a realização deste trabalho.

## NÍVEIS DE FIBRA NA RAÇÃO DE CRESCIMENTO E SEUS EFEITOS NO DESEMPENHO DE DUAS LINHAGENS DE POEDEIRAS NAS FASES DE CRESCIMENTO E POSTURA

**RESUMO** - A presente pesquisa teve como objetivos avaliar os efeitos dos níveis de fibra em detergente neutro (FDN) das rações oferecidas para as frangas na fase de 7 a 17 semanas de idade sobre o desempenho, metabolização da energia da ração, desenvolvimento dos sistemas digestório e reprodutor de duas linhagens de poedeiras comerciais, bem como os efeitos subsequentes na maturidade sexual, no desempenho e na qualidade dos ovos na fase de postura. Inicialmente 1.296 aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2 (três níveis de FDN x duas linhagens), com quatro repetições de 54 aves. Foram testados os níveis de 14,5, 16,5, 18,5% de FDN para aves de uma linhagem de poedeiras leve e uma semipesada. Ao final da fase de crescimento, as aves foram transferidas para o galpão de postura, mantendo-se o mesmo delineamento experimental, sendo cada parcela experimental composta por 14 aves. Não houve interação significativa entre os fatores (níveis de FDN x linhagem) sobre as variáveis avaliadas em todas as fases experimentais. Na fase de crescimento, observou-se que o aumento do nível de FDN na ração não influenciou significativamente o consumo de ração e o peso relativo dos órgãos do sistema reprodutor, entretanto, promoveu redução no ganho de peso e peso médio das aves ao final da fase de crescimento, piora na conversão alimentar, redução na metabolização da energia da ração e aumento do peso relativo dos intestinos. Na fase de postura, observou-se que os níveis crescentes de FDN recebido pelas aves na fase de crescimento não influenciaram significativamente as variáveis de desempenho e os constituintes e a qualidade dos ovos. Em relação às linhagens, observou-se que na fase de crescimento as aves semipesadas apresentaram maior consumo de ração, maior ganho de peso e peso médio final, melhor conversão alimentar, maior peso relativo da moela, maior peso dos conteúdos da moela e dos intestinos, menor peso relativo do fígado e do ovário que as aves leves. Na fase de postura, as aves leves foram mais precoces, apresentaram menor peso e massa de ovos, pior conversão alimentar, ovos com maior proporção de gema, menores proporção de albúmen, maiores valores de densidade específica e menores valores de unidades Haugh. Conclui-se que, independente da linhagem, o aumento do nível de FDN nas rações oferecidas para as frangas na fase de 7 a 17 semanas de idade até 18,5% pode influenciar na metabolização da energia da ração e no desenvolvimento e desempenho das aves, resultando na obtenção de frangas menos pesadas ao final da fase de crescimento, sendo que esses efeitos não influenciam na maturidade sexual, no desempenho e na qualidade dos ovos dessas aves na fase de produção.

**Palavras-chave:** digestibilidade, FDN, peso dos órgãos, qualidade dos ovos, poedeiras semipesadas e leves

## **FIBER LEVELS ON GROWTH RATION AND ITS EFFECT ON PERFORMANCE OF TWO STRAINS OF LAYING IN THE PHASE OF POSTURE**

**ABSTRACT** - The experiment was conducted to evaluate the effects of neutral detergent fiber (NDF) levels in the diet of two different laying hens strains on the 7<sup>th</sup> to the 17<sup>th</sup> week of age on the metabolism of dietary energy, development of digestive and reproductive systems and the subsequent effects on sexual maturity, performance and egg quality in laying phase. A total of 1,296 pullets were used and distributed in a completely randomized design in 2 x 3 factorial arrangement (two strains X 3 NDF levels) with four replicates of 54 birds per treatment. Two laying hens strains, light and semi – heavy – weight were evaluated and NDF levels of 14.5; 16.5 and 18.5% were tested. At the end of the growth phase, the birds were transferred to the laying house, kept at the same experimental design, whit each experimental parcel consisted of 14 birds. There was no significant interaction between factors (NDF levels x strain) on the variables in all phases. In the growth phase, it was observed that the increasing the level of NDF in the diet did not affect the feed intake and organ weights of the reproductive system, however, decreased weight gain and average weight of birds at the end of phase growth, increased feed conversion, reduced of metabolizable energy of the dietary and increase the relative weight of the intestines. In the laying period, it was observed that increasing levels of NDF received by the birds in the growth phase did not affect significantly the variables of performance, the constituents and quality of the eggs. During the growth of the brown birds it was observed that they had higher feed intake, greater weight gain and final body weights, feed conversion, increased relative weight of gizzard, increased weight of the contents of the gizzard and intestines, reduced relative liver weight and ovarian than light birds. In the laying period, birds were precocious, had lower weight and egg mass, lower feed conversion, eggs with a higher proportion of yolk, reduced proportion of albumen, higher specific gravity and lower Haugh units. We conclude that, in spite of lineage, the increased level of NDF in the diets offered to the chickens during 7<sup>th</sup> to the 17<sup>th</sup> weeks of age until the level of 18.5% may influence the metabolizable energy of the dietary and the development and performance of broilers, resulting in raising pullets weighed less at the end of the growth phase, and these effects do not influence age at sexual maturity, performance and quality of eggs from the birds at the production stage.

**Keywords:** digestibility, NDF, organ weights, egg quality, laying hens and light



**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 -	Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para poedeiras comerciais na fase de crescimento.....	20
TABELA 2 -	Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para poedeiras comerciais na fase de postura.....	22
TABELA 3 -	Efeito dos diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) sobre o desempenho de poedeiras leves e semipesadas entre a 7ª e 17ª semana de idade.....	26
TABELA 4 -	Efeito dos níveis de fibra em detergente neutro (FDN) sobre os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) das rações de poedeiras entre a 7ª e 17ª semana de idade.....	28
TABELA 5 -	Efeito dos diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) sobre o peso relativo dos órgãos de poedeiras leves e semipesadas ao final da fase de crescimento (17ª semana).....	30
TABELA 6 -	Idade média das aves ao produzir o primeiro ovo e ao atingir 50% da produção de frangas alimentadas com diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) na idade entre a 7ª e 17ª semana.....	33
TABELA 7 -	Consumo de ração, percentagem de postura, peso do ovo, massa de ovo e conversão alimentar de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) na idade entre a 7ª e 17ª semana.....	35
TABELA 8 -	Componentes e qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) na idade entre a 7ª e 17ª semana.....	39

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	ix
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
<b>2.1. Evolução da Avicultura de Postura</b> .....	3
<b>2.2. Carboidratos</b> .....	4
2.2.1. Definição e Características das Fibras.....	5
2.2.2. Classificação das Fibras.....	6
2.2.3. Metodologias para Determinação da Fibra.....	6
2.2.4. Constituintes da Parede Celular.....	8
2.2.4.1. Celulose.....	8
2.2.4.2. Hemicelulose.....	9
2.2.4.3. Pectinas.....	9
2.2.4.4. Lignina.....	9
2.2.4.5. Proteínas.....	10
2.2.4.6. Compostos Minoritários.....	10
2.2.5. Propriedades Físico-químicas da Fração Fibrosa.....	10
2.2.5.1. Capacidade de Hidratação.....	11
2.2.5.2. Viscosidade.....	11
2.2.5.3. Capacidade de Troca Catiônica e Tamponante.....	12
2.2.5.4. Taxa de Fermentação.....	12
2.2.5.5. Taxa de Passagem.....	13
<b>2.3. Utilização da Fibra na Alimentação das Aves</b> .....	13
<b>2.4. Uso do Farelo de Trigo na Alimentação de Poedeiras</b> .....	16
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	18
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	25
<b>4.1. Fase de Crescimento</b> .....	25
<b>4.2. Fase de Postura</b> .....	33
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	42
<b>6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	43

## 1. INTRODUÇÃO

A formação da franga pode ser considerada um dos fatores mais importantes para o desempenho da poedeira na fase de produção. Entretanto, devido ao melhoramento genético, as poedeiras se tornaram mais precoces e com isso houve redução no tempo para a formação de uma franga capaz de sustentar uma elevada capacidade de produção de ovos e essas aves passaram a exigir melhores condições de manejo e nutrição na fase de crescimento.

É consenso que a obtenção de uma franga de qualidade, depende de um programa de alimentação capaz de garantir bom desenvolvimento corporal, empenamento e formação do aparelho reprodutor. Assim, no manejo de algumas linhagens, existe uma preocupação em estimular o consumo de ração pelas frangas para evitar que as aves não apresentem baixo peso corporal à maturidade sexual, e não disponham de reservas energéticas que serão imprescindíveis nos momentos mais críticos da fase de produção, entre outros problemas.

A preocupação com o peso corporal das frangas na fase de crescimento, também tem levado a adoção de uma curva de crescimento com peso corporal acima do recomendado. Embora o peso corporal da franga mais elevado ao início de postura seja um fator positivo em alguns momentos, segundo Sakomura et al. (2004) deve-se ter cuidado com o ganho de peso das frangas na fase de crescimento, pois este não pode alcançar níveis muito elevados, uma vez que o limite entre peso corporal ideal e a obesidade da ave é pequeno e desconhecido, e o alto peso corporal pode comprometer o desempenho produtivo das aves na fase de postura, pois a gordura pode envolver órgãos vitais e prejudicar a produção.

Por outro lado, deve-se lembrar que as aves de postura tendem a consumir mais energia quando alimentadas à vontade, aumentando o ganho de peso, principalmente, como gordura depositada, refletindo em maior exigência de energia para manutenção e, conseqüentemente, perdendo em eficiência produtiva. Sakomura et al. (2004) observaram que o peso corporal das frangas no início da fase de produção foi uma resposta ao manejo nutricional adotado na fase de crescimento, sendo que as aves alimentadas à vontade ingeriram a maior quantidade de energia e, por isso, apresentaram peso corporal superior ao das aves com arrazoamento controlado.

Conforme Neme et al.(2005 e 2006), em resposta às características do programa de melhoramento genético para obtenção de cada linhagem foi possível observar diferenças na curva de crescimento, taxas de deposição de nutrientes na carcaça e nas exigências energéticas de frangas das diferentes linhagens de poedeiras comerciais, principalmente quando se comparou as aves leves e semipesadas. Embora essas diferenças existam, tem sido

comum no manejo alimentar das frangas na fase de crescimento o uso de programas de alimentação com rações que se diferenciam pela redução dos níveis nutricionais à medida que a ave cresce, principalmente, nas recomendações em energia metabolizável. Certamente, a redução dos níveis nutricionais contribui para a adição de alimentos fibrosos nas rações oferecidas para as frangas. Essa prática, também, tem o objetivo de manter a densidade energética da ração baixa e com isso evitar o ganho de peso excessivo (Scheideler et al., 1998).

No tocante ao conteúdo de fibra na ração de aves, tradicionalmente, tem-se recomendado que as aves jovens devam receber rações com pouca fibra para aumentar o consumo de ração, a digestibilidade de nutrientes e o desempenho. Entretanto, essa concepção deve mudar em função dos resultados das pesquisas que têm sugerido que, dependendo da fonte, a inclusão de quantidade moderada de fibra na ração pode ter benefícios, no desenvolvimento do trato digestório, na digestão de nutrientes e na eficiência alimentar na fase de crescimento (Scheideler et al., 1998 e Gonzáles-Alvarado et al., 2007).

Vários métodos têm sido utilizados para quantificar a fração fibrosa dos alimentos para aves. Porém, a determinação da fibra bruta e da fibra detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) são as mais comuns nos laboratório brasileiros. Entretanto, Jeraci e Van Soest (1990) consideraram que a FDN pode ser uma medida importante para a caracterização da fibra das rações para aves em relação às outras duas.

Avaliando a literatura nacional, observou-se que pouca atenção tem sido dada aos efeitos da quantidade de fibra das rações de poedeiras em crescimento. Assim, a presente pesquisa teve como objetivos avaliar os efeitos dos níveis de fibra em detergente neutro (FDN) das rações oferecidas para as frangas na fase de 7 a 17 semanas de idade sobre o desempenho, metabolização da energia da ração, desenvolvimento dos sistemas digestório e reprodutor de duas linhagens de poedeiras comerciais, bem como os efeitos subseqüentes na maturidade sexual, no desempenho e na qualidade dos ovos na fase de postura.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Evolução da avicultura de postura

A evolução da avicultura de postura, em seus diversos segmentos, foi desencadeada principalmente pelo melhoramento genético das poedeiras, tornando as aves mais produtivas, com menor peso corporal e baixo consumo de ração. Desta forma, a principal razão para o aumento da produtividade das poedeiras parece estar associada a melhores condições oferecidas para o crescimento das aves, obtendo-se frangas mais precoces e com melhores condições físicas (Moretti, 1992; Summers, 1992).

A melhoria no potencial genético das aves refletiu em aumento na produção de ovos e diminuição na idade da maturidade sexual, o que muitas vezes pode ser um problema, pois as aves dispõem de menos tempo para atingir o desenvolvimento corporal ideal. Esse fator é de extrema importância, uma vez que o peso do ovo está diretamente relacionado ao peso corporal à maturidade sexual e aves que produzem ovos pequenos no início de produção produzirão ovos menores durante todo o ciclo de produção (Leeson e Summers, 1997).

Segundo Neme et al. (2006), o início da postura pode ser determinado por inúmeros fatores inter-relacionados, como idade, peso corporal, gordura corporal, tecido magro e genética. Por isso, estudos são realizados para verificar diferenças no crescimento das linhagens utilizadas e assim possibilitar a elaboração de programas de alimentação mais específicos.

Neme et al. (2006) estudaram o crescimento e a deposição de nutrientes na carcaça de quatro linhagens de poedeiras comerciais (Hy Line, Hisex Marrom, Hy Line W36 e Hisex Branca) e verificaram diferenças significativas nas taxas de crescimento e deposição de nutrientes entre poedeiras brancas e marrons e entre linhagens de uma mesma categoria. De acordo com os pesquisadores, as aves semipesadas foram mais tardias para peso vivo que as aves leves, com taxas de crescimento corporal e pesos à maturidade maiores. Entre as aves brancas, linhagem Hy Line, foi mais leve à maturidade sexual que as aves Hisex.

Estudando a eficiência de utilização da energia das rações contendo milho e quebrados de arroz por poedeiras brancas e Rhodes Island Red, Jadhao et al. (1999) verificaram diferenças significativas entre as linhagens e a fonte de energia no metabolismo energético e na utilização dos nutrientes das rações.

## **2.2. Carboidratos**

Os carboidratos são os nutrientes mais abundantes na natureza. São sintetizados por plantas e bactérias a partir de dióxido de carbono e água no processo de fotossíntese (Vieira, 2002). Portanto, são moléculas orgânicas compostas de carbono, hidrogênio e oxigênio, porém, alguns tipos de carboidratos são mais complexos, pois contém fósforo, nitrogênio e enxofre.

Os carboidratos possuem uma ampla faixa de funções, que inclui o fornecimento de energia na ração, depósito de energia no corpo e atuam como componentes da membrana celular que intermedeiam algumas formas de comunicação intercelular. Também são componentes estruturais de muitos organismos, como as paredes de bactérias, o exoesqueleto de muitos insetos e a celulose nas plantas (Araújo, 2005).

Os carboidratos são divididos em três grupos: monossacarídeos ou açúcar simples, oligossacarídeos (contém 2-8 unidades de açúcares) e polissacarídeos (contém grande quantidade de açúcares simples). Os polissacarídeos se dividem em homopolissacarídeos, composto por só um tipo de monossacarídeo, e heteropolissacarídeos, composto por diferentes monossacarídeos (Berchielli et al., 2006).

De acordo com Berchielli et al. (2006), a classificação de carboidratos em estruturais e não-estruturais refere-se unicamente à função desempenhada nas plantas e não deve ser confundido com o papel dos carboidratos na nutrição animal. Os carboidratos estruturais são encontrados na parede celular dos vegetais, sendo composta de pectina, celulose, hemicelulose, lignina, complexos fenólicos e proteínas. Fornecem o suporte físico necessário para o crescimento das plantas. Os carboidratos não-estruturais são encontrados em maior concentração nas sementes, folhas e hastes e representam reservas e energia para reprodução, crescimento e sobrevivência das plantas. Em termos nutricionais a classificação dos carboidratos em fibrosos e não fibrosos é mais apropriada, pois é baseada em características nutritivas, ao invés de composição química ou função exercida na planta (Berchielli et al., 2006).

### **2.2.1. Definição e características das fibras**

Uma definição ideal do que são fibras é difícil de obter, pois as fibras são constituídas por uma grande variedade de substâncias com propriedades físicas, químicas e fisiológicas diferentes. Segundo a Association of Official Analytical Chemists (AOAC),

órgão americano, diz que “fibra alimentar é a parte comestível das plantas ou análogos aos carboidratos que são resistentes à digestão e absorção pelo intestino delgado humano, com fermentação parcial ou total no intestino grosso”. Esta definição também é usada comumente para outras espécies de animais não ruminantes. Neste contexto nutricional, o termo fibra dietética inclui qualquer polissacarídeo amiláceo ou não que alcança o intestino grosso sem ter sido digerido no intestino delgado e, assim, inclui amido resistente e polissacarídeos não-amídicos (PNA's) solúveis e insolúveis (Araújo et al., 2008b).

Segundo Warpechowski (2005), atualmente tem sido adotado duas definições de fibra da dieta: definição química e fisiológica. A definição química considera a soma de polissacarídeos não amiláceos insolúveis (celulose, hemicelulose), polissacarídeos não amiláceos solúveis (arabinosilanas, beta-glucanas e pectinas) e lignina. A definição fisiológica considera todos os componentes da dieta resistentes a degradação por enzimas endógenas de mamíferos (extensível as aves), considerando esta uma definição mais ampla, pois inclui os oligossacarídeos de reserva e qualquer componente resistentes à digestão enzimática endógena (amido resistente, proteína da parede celular, etc.).

Apesar de discussões entre grupos de estudiosos, a maioria deles concorda que oligossacarídeos, celulose, hemicelulose, pectinas, gomas, lignina, polissacarídeo indigeríveis e não amiláceos, além de ceras e outras substâncias inerentes às plantas, devem ser classificadas como fibras dietéticas (Mello et al., 2009).

A fibra dietética constitui-se quimicamente de polissacarídeos estruturais fibrosos, onde esses polissacarídeos não amiláceos (PNA's) variam entre os diferentes vegetais e entre as diferentes partes das plantas e, também, são influenciados pelo grau de maturidade da planta e a organização estrutural dentro da parede celular, afetando as propriedades químicas e físicas dos polissacarídeos (Nagashiro, 2007).

### **2.2.2. Classificação das Fibras**

As fibras podem ser classificadas de acordo com a estrutura e solubilidade em água. Quanto a sua estrutura, grande parte das fibras pertence ao grupo de polissacarídeos, são definidas de acordo com a estrutura dos alimentos, podendo ser carboidrato estrutural, que incluem os constituintes da parede celular, ou carboidratos não estruturais, que incluem os carboidratos presentes no conteúdo celular (Morgado et al., 2008). E com base na sua solubilidade em água, as fibras podem ser classificadas em solúveis e insolúveis.

Os carboidratos não fibrosos apresentam disponibilidade nutricional rápida e possuem a função de reserva nutritiva, sendo que os mais importantes são o amido e o glicogênio (Morgado et al, 2008). O amido é o principal produto de reserva nutritiva vegetal e geralmente é encontrado em órgão de reserva nutritiva, como raízes do tipo tuberosa, caules do tipo tubérculo, frutos e sementes. O glicogênio é o carboidrato de reserva nutritiva dos animais, onde é encontrado, principalmente, no fígado. Entretanto, segundo Van Soest (1967), citado por Morgado et al. (2008), os carboidratos fibrosos, como celulose e hemicelulose, juntamente com a lignina, que compõem a parede celular vegetal, são lentamente digeridos apresentando disponibilidade nutricional variável e ocupando espaço no trato gastrintestinal.

De acordo com Lima et al. (2007), o termo polissacarídeos não amiláceos (PNAs) é usado freqüentemente para se referir à fibra bruta. Os componentes da fibra dos grãos são basicamente PNA's, no qual fazem parte da estrutura da parede celular e não podem ser digeridos pelas aves, devido à natureza de suas ligações, sendo resistentes à hidrólise no trato digestivo (Conte et al., 2003).

Para Morgado et al. (2008), os carboidratos não estruturais diferem dos carboidratos não fibrosos pela inclusão de substâncias pécticas nos carboidratos não fibrosos. A fibra insolúvel em água consiste no material insolúvel da parede celular e é composto por celulose, hemicelulose, lignina e proteínas.

### **2.2.3. Metodologias para determinação da fibra nos alimentos**

Existem vários métodos para a determinação da fibra e da qualidade dos alimentos, porém é necessário avaliar as limitações do método a ser empregado em sua determinação. O método gravimétrico analítico mais antigo para a determinação das frações fibrosas que compõem a parede celular é o da fibra bruta, sendo conhecido como o método de Weende (Morgado et. al., 2008).

O método da fibra bruta é baseado no uso de ácidos e bases fortes com a finalidade de medir os componentes químicos da parede celular das plantas. Esse método foi durante muito tempo usado para tentar caracterizar a fração de fibra de alimentos destinados a ruminantes e monogástricos (Berchielli et al., 2006). Porém, não mede de forma exata a hemicelulose, lignina e celulose, pois a extração ácida remove o amido, açúcares, parte da pectina e hemiceluloses, enquanto a base forte remove proteínas, pectinas, hemiceluloses remanescentes e parte da lignina. E para Warpechowski (2005), os efeitos fisiológicos e antinutricionais da fibra para monogástricos estão associados principalmente às frações não



consideradas pela medida de fibra bruta (hemiceluloses, pectina, oligossacarídeos e polissacarídeos não amiláceos solúveis).

Desta forma, o método de fibra bruta foi substituído gradativamente pelo de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) desenvolvido por Van Soest e Wine (1967).

A fração FDN recupera os principais constituintes da parede celular, quantificando a celulose, a hemicelulose e a lignina, mas com alguma contaminação por proteína, minerais e amido. Jeraci e Van Soest (1990) consideram a FDN uma medida eficiente da fibra insolúvel da dieta que melhor representa a fração do alimento de digestão lenta ou indigestível, e que esta função poderia ser uma medida importante para caracterização de dietas para aves. Porém, o maior inconveniente do método é a solubilização das substâncias pécticas, pectinas e  $\beta$ -glucanas, que são substâncias frequentemente presentes na parede celular vegetal (Morgado et al., 2008).

A determinação da fibra em detergente ácido (FDA) foi desenvolvida para evitar a solubilização da lignina que ocorre no método da fibra bruta. Esse método não utiliza álcali para isolar a fibra, propondo o uso de detergente ácido específico a fim de solubilizar o conteúdo celular e as hemiceluloses, obtendo um conteúdo de fibra insolúvel em detergente ácido, denominado fibra em detergente ácido. Desta forma, a FDA isola principalmente, a celulose e a lignina com contaminação de pectina, cinzas e compostos nitrogenados, sendo estes principalmente os produzidos pela reação de Maillard, sendo estes resíduos a porção menos digerível por microrganismos presentes no trato digestório de alguns animais (Morgado et al., 2008).

Segundo Morgado et al. (2008), conhecendo-se a percentagem da FDN e da FDA do material analisado, é possível calcular a fração de hemiceluloses, pela diferença entre estas duas frações. Porém, estes métodos passaram por algumas modificações desde que foi publicado por Van Soest e Wine (1967), sendo essa a principal causa de variação nos resultados de análises entre os laboratórios (Berchielli et al., 2006).

#### **2.2.4. Constituintes da parede celular**

A parede celular vegetal constitui-se quimicamente de proteínas, complexos fenólicos, água, minerais e de polissacarídeos como celulose, hemiceluloses e pectina, onde normalmente encontram-se substâncias não glicídicas tais como: lignina, sílica, ácido fítico, cutina e taninos (Arruda et al., 2003).

#### **2.2.4.1. Celulose**

A celulose é o polissacarídeo mais abundante da natureza e o principal constituinte da maioria das paredes celulares, exceto de algumas sementes. Na maioria dos grãos de cereais o teor de celulose é em torno de 1 a 5%, mas pode chegar até 10% no caso da aveia (Neumann, 2002). Segundo Brito et al. (2008), a celulose é caracterizada como um homopolissacarídeo de alto peso molecular, de cadeia linear e de elevado grau de polimerização das unidades D-glicose unidas por ligações do tipo  $\beta$ -1,4 e  $\beta$ -1,6. Essa cadeia pode ser unida por pontes de hidrogênio formando microfibrilas de celulose (Neumann, 2002), onde possuem configuração alongada que geralmente é associada à lignina, apresentando-se insolúvel em meio alcalino, mas solúvel em meio ácido (Brito et al., 2008). 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, como a cristalinidade e especificidade de suas ligações químicas, tanto para ruminantes como em não-ruminantes (Van Soest, 1994).

#### **2.2.4.2. Hemicelulose**

A hemicelulose é uma coleção heterogênea de polissacarídeos amorfos com grau de polimerização muito inferior ao da celulose (Neumann, 2002). Em células maduras, a hemicelulose encontra-se mais associada à lignina por ligações covalentes do que a outros polissacarídeos, tornando-se indisponível à solubilização. Possui a função de aglutinar as fibras cristalinas da celulose, dando consistência a parede celular. Apresentam ampla variação entre os tipos e as espécies vegetais, podendo constituir cerca 2 a 12% da matéria seca dos grãos de cereais. São caracterizados como heteropolissacarídeos de estrutura complexa e heterogênea, mas com um grau de polimerização inferior ao da celulose e podem ser divididas em quatro grupos: xilanas,  $\beta$ -glicanas, xiloglicanas e mananas (Brito et al., 2008)

#### **2.2.4.3. Pectinas**

De acordo com Brito et al. (2008), as pectinas são polímeros do ácido 1,4- $\beta$ -D-galacturônico que se encontram principalmente na lamela média e parede primária da célula vegetal, atuando como elemento “cimentante” entre membranas. A cadeia helicoidal de

ácidos galacturônicos possivelmente está associada lateralmente com arabinosilanos e galactomananos, sendo que os grupamentos ácidos estão geralmente combinados com sais de cálcio e metil-ésteres. Possuem as funções de estabilidade da parede celular e de atuar como matéria aglutinadora da fibra de celulose (Rodríguez-Palenzuela et al, 1998) . São mais abundantes em leguminosas do que em gramíneas e estão presentes em concentrações significativas em certos subprodutos ou resíduos agroindustriais (Arruda et al., 2003).

#### **2.2.4.4. Lignina**

A lignina é biossintetizada nas plantas por uma seqüência de reações ramificadoras, iniciando-se com a formação de carboidratos derivados de CO<sub>2</sub> via fotossíntese (Arruda et al., 2003). São conceituadas como polímeros condensados formados a partir da redução enzimática dos ácidos p-cumárico, ferúlico e sinápico em seus respectivos alcoóis cumarílico, coniferílico e sinapílico, que irão condensar-se por processo oxidativo formando macromoléculas reticuladas (Neumann, 2002). Segundo Brito et al. (2008), 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. A concentração da lignina nos alimentos exerce negativamente uma grande influência sobre a digestibilidade da ração (Morgado et al., 2008), devido a dois mecanismos: o impedimento que as enzimas dos microorganismos atuam nos polissacarídeos e a ligação covalente nos polissacarídeos (Arruda et al., 2003).

#### **2.2.4.5. Proteínas**

Segundo Neumann (2002), são três os grupos de proteínas que fazem parte da parede celular: as extensinas com a função estrutural, as proteínas ricas em glicinas associadas à lignificação e as proteínas ricas em prolinas que atuam na formação dos nódulos radiculares em leguminosas. Porém, parte dessas proteínas é solubilizada na determinação da fibra e a outra porção permanece como constituinte da mesma, sendo corrigida com a determinação do nitrogênio na parede celular. Entretanto, alguns autores mencionam que estas proteínas não devem ser corrigidas, pois se encontra indisponíveis à digestão e absorção pelo trato gastrointestinal animal.

#### **2.2.4.6. Compostos Minoritários**

Outros compostos também estão presentes na parede celular, como a sílica, as cutinas e os taninos. Estes estão presentes em pequenas quantidades, mas podem influenciar nas características físico-químicas da parede celular, favorecendo efeitos significativos nos processos de digestão e absorção da parede e do conteúdo celular (Neumann, 2002).

#### **2.2.5. Propriedades físico-químicas da fração fibrosa**

De acordo com Pinheiro (2007), as propriedades físico-químicas da fração fibrosa e o nível de fibra na ração são essenciais para entender os efeitos fisiológicos e antinutricionais dessa fração no trato digestório.

As frações solúveis e insolúveis da fibra exercem diferentes efeitos no trato digestivo, decorrentes de alterações fisiológicas como na taxa de excreção endógena e na taxa de passagem do alimento. Porém, a fração insolúvel da fibra afeta principalmente a capacidade de hidratação, capacidade de troca catiônica, capacidade de tamponamento e taxa de fermentação (Laurentiz e Scandolera, 2000).

##### **2.2.5.1. Capacidade de Hidratação**

De acordo com Laurentiz e Scandolera (2000), a capacidade de hidratação ou retenção de água é dependente da presença de grupos hidrofílicos e da área de superfície das moléculas, além do espaço livre na estrutura intermolecular e, portanto, é variável conforme o tipo de alimento. Essa característica é inerente tanto à fração insolúvel quanto a fração solúvel da fibra (Pinheiro, 2007).

Segundo Warpechowski (2005), os polissacarídeos estruturais insolúveis (xilanas e celulose) se comportam como esponjas, de modo que a capacidade de hidratação desses materiais é mais dependente dos espaços intermoleculares do que da superfície de contato com a água. Porém, os componentes da fibra solúvel que em geral possuem estrutura muito ramificada, grande área de superfície e grande quantidade de grupos hidrofílicos, podem reter maior proporção de água. Este efeito pode causar alterações às propriedades da digestão, alterando o volume do bolo alimentar e a resistência ao peristaltismo.

Segundo Van Soest et al. (1991) a capacidade de hidratação está correlacionada positivamente com a capacidade de troca catiônica e à taxa de fermentação, no caso da fibra solúvel, com a viscosidade e a fermentação.

#### **2.2.5.2. Viscosidade**

A viscosidade depende de vários fatores, como o tamanho das moléculas, seu grau de ramificação e a concentração de polissacarídeos. Os polissacarídeos não amiláceos solúveis possuem a característica de aumentar a viscosidade das soluções, devido a grande capacidade de ligação com a água (Warpechowski, 2005). Porém, o mesmo autor afirma que o pH da digesta pode influenciar também na viscosidade.

Em ambiente viscoso, os nutrientes (gorduras, amido e proteínas) se tornam menos acessíveis e disponíveis as enzimas endógenas. Essa viscosidade diminui a taxa de difusão de substratos e enzimas digestivas, impedindo suas interações na superfície da mucosa intestinal, levando ao comprometimento da digestão e da absorção de nutrientes. Além disso, a viscosidade da digesta interfere na microflora intestinal e nas funções fisiológicas do intestino (Brito et al., 2008). Portanto, o aumento da viscosidade da digesta tem sido relacionado com a presença de PNA, com redução na digestibilidade de nutrientes e conseqüentemente com queda no desempenho das aves (Pinheiro, 2007).

#### **2.2.5.3. Capacidade de Troca Catiônica e Tamponante**

Segundo Annison e Choct (1994), citado por Laurentiz e Scandolera (2000), a capacidade de troca catiônica é a propriedade da fibra de ligar-se a íons metálicos através de grupos situados em sua superfície, funcionando como um agente tamponante, onde a fibra carrega-se com cátions ( $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Na^+$  e  $Mg^{++}$ ) em condições de pH elevado (meio alcalino) e liberando-os quando o pH diminui (meio ácido). Desta forma, a absorção destes elementos no intestino delgado é afetada onde o pH é próximo do neutro. De acordo com Van Soest (1994), a capacidade de troca catiônica da fibra tem sido apontada como um possível fator que afeta a disponibilidade de zinco, ferro e cobre das dietas de monogástricos.

#### **2.2.5.4. Taxa de Fermentação**

Os componentes da parede celular vegetal, que exercem forte influência sobre a massa bacteriana e a sua atividade são os principais substratos que escapam da hidrólise ácida e enzimática no estômago e no intestino delgado. Além disso, segundo Laurentiz e Scandola (2000), a fibra pode aumentar a secreção endógena e a fração dos nutrientes que escapam da digestão e absorção, aumentando o conjunto de substratos para a fermentação microbiana no intestino grosso.

#### **2.2.5.5. Taxa de Passagem**

O efeito da fibra insolúvel sobre a passagem da digesta parece ser decorrente principalmente da estimulação física. Quanto maior a estimulação na parede do trato gastrointestinal maior é a motilidade do mesmo. Enquanto que o efeito da fibra solúvel sobre a taxa de passagem nos monogástricos parece estar relacionado com o aumento da viscosidade da digesta, resultando em uma redução no trânsito do alimento.

Segundo Warner (1981), o consumo de alimento pelos monogástricos está diretamente relacionado com a taxa de passagem do alimento no trato gastrointestinal. O fornecimento *ad libitum* de dietas diluídas com volumosos normalmente provoca um aumento do consumo para compensar a redução na concentração calórica.

### **2.3. Utilização da fibra na alimentação das aves**

A utilização de fibra na alimentação de monogástricos varia consideravelmente, de acordo com as particularidades morfofisiológicas do trato digestório de cada espécie animal (Morgado et al., 2008).

Os polissacarídeos não amiláceos não podem ser digeridos pelas aves, devido à natureza de suas ligações, sendo resistentes à hidrólise no trato digestivo. Os efeitos nutricionais dos PNA's em animais monogástricos são diferentes e, em alguns casos, extremos, onde há os efeitos causados pela fração solúvel e pela fração insolúvel da fibra (Conte et al., 2003).

Para Nagashiro (2007), a solubilização parcial dos arabinoxilanos contidos no trigo produz um aumento na viscosidade do conteúdo intestinal, alterando a ação das enzimas digestivas, reduzindo o fluxo da digesta e a absorção de nutrientes. Assim, os efeitos negativos principais das fibras solúveis estão associados à viscosidade, a efeitos morfológicos e fisiológicos sobre o trato digestivo e à interação com a microflora intestinal (Choct et al.,

1996). Enquanto, para Hetland et al., (2004), 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.

De acordo com Sucupira (2008), a fibra na ração para aves sempre foi associada aos efeitos prejudiciais no desempenho, porém existem controvérsias em relação aos níveis de inclusão de fibra nas rações para aves e os seus efeitos na digestibilidade de nutrientes e desempenho. Segundo Jansen e Carré (1989), o complexo celulolítico da parede celular dos vegetais, além de ser pouco digerido pelas aves funciona como uma barreira impedindo a penetração das enzimas, diminuindo a digestão dos nutrientes da ração. Também aumenta a perda endógena de proteína devido ao aumento da descamação intestinal, influenciando no balanço de nitrogênio levando à redução do coeficiente de digestibilidade do nitrogênio. Bedford (1995) relatou que a fibra em alta concentração diminui a energia metabolizável das rações e o aproveitamento dos nutrientes e, conseqüentemente, acarreta redução na taxa de crescimento e piora na eficiência alimentar.

Segundo Rodríguez-Palenzuela et al. (1998) e Panigrahi, (1992), o alto teor de fibra presente no alimento, além de alterar a densidade da ração, pode levar à absorção de água pelos carboidratos estruturais. Para esses pesquisadores, essas características contribuem para a redução no consumo, porque limitam a ingestão de alimento pelo volume ocupado no trato digestório. Para Classen (1996), a fração solúvel da fibra produz efeitos negativos no aproveitamento dos nutrientes em razão do aumento da viscosidade intestinal e das alterações morfológicas e fisiológicas no trato digestivo. Porém, Gonzáles-Alvarado et al. (2007), afirmam que a concepção tradicional de que as aves devem receber rações com pouca fibra para aumentar o consumo diário de ração, melhorar a digestibilidade de nutrientes e o desempenho deve mudar, visto que, os resultados das pesquisas têm sugerido que a inclusão de quantidade moderada de fibra na ração pode ter benefícios para as aves.

Scheideler et al. (1998) observaram que a adição de fibra pela inclusão de aveia na ração de frangas teve efeitos benéficos no desenvolvimento dos órgãos do trato digestório, na digestão de nutrientes e na eficiência alimentar na fase de crescimento. Entretanto, esses mesmos benefícios não foram obtidos com a inclusão de canola. Para Hetland et al. (2005), o uso de grãos integrais de cereais na alimentação de aves tem sido justificado pelo estímulo da atividade da moela e, aos benefícios dessa maior atividade. De acordo com esses pesquisadores, a fibra insolúvel da parede celular dos grãos é o componente químico mais importante para estimular a atividade da moela.

Hetland et al. (2003) e Hetland e Svihus (2001) constataram benefícios na digestibilidade dos nutrientes da ração associados à maior atividade da moela das aves com a adição de fibra na ração. Scheideler et al. (1998) observaram que a inclusão de aveia na ração de frangas aumentou o tamanho da moela. Hetland et al. (2003) constaram que o conteúdo de fibra presente na digesta retida na moela é duas vezes maior que a contida na ração, o tempo de retenção da fibra na moela foi maior que o de outros nutrientes propiciando maior estímulo para a atividade da moela. Gonzáles-Alvarado et al. (2007), observaram que a inclusão de fibra na ração aumenta o pH, o tamanho da moela e o tamanho do intestino. Segundo esses pesquisadores, os resultados obtidos sustentam a hipótese de que os pintos de corte necessitam de uma quantidade mínima de fibra na ração. Entretanto, 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.

Segundo Roberts et al. (2007a), entre as preocupações com o nível de fibra nas rações para aves estão a redução na digestibilidade dos nutrientes e o aumento na excreção de nitrogênio, que contribui para a maior emissão de amônia e odores desagradáveis, característicos da criação de poedeiras. Entretanto, os resultados obtidos por Roberts et al. (2007b), evidenciaram que a inclusão de alimentos fibrosos na ração de poedeiras não prejudicou o desempenho, não aumentou a excreção de nitrogênio e favoreceu a redução na emissão total e taxa de emissão de amônia. Segundo Roberts et al. (2007a), o aumento do conteúdo de fibra da ração pode ser uma opção para reduzir a emissão de amônia na produção comercial de ovos, entretanto, deve-se atentar para que os níveis utilizados não prejudiquem a produção de ovos. Scheideler et al. (1998) observaram que a adição de fibra na ração de crescimento para frangas aumentou a quantidade de excreta e matéria seca excretada em 24 horas e reduziu a digestibilidade de cálcio, fósforo e nitrogênio, resultando na maior excreção desses minerais para o ambiente. Segundo esses pesquisadores, esses efeitos sofrem a influência da fonte de fibra utilizada e da linhagem da ave.

Em relação aos efeitos da fibra da ração no comportamento das aves, Aerni et al. (2000) e El-Lethey et al. (2000) observaram que a presença de elementos estruturais da parede celular dos grãos ou a ingestão de material de cama tem a capacidade de prevenir a incidência de canibalismo em poedeiras. Segundo Hartini et al. (2002), o uso de ração rica em fibra, especialmente em fibra insolúvel, pode reduzir a incidência de canibalismo e a sua adição pode ser utilizada como alternativa para a bicagem de penas presente em alguns sistemas de produção. Hetland et al. (2005) observaram que as aves apresentam um apetite por fibra e, quando a ração não aporta uma quantidade mínima desse nutriente as aves tendem a ingerir



pedaços de madeira da cama e penas para compensar a ausência de fibra na ração. Segundo esses pesquisadores, a ingestão voluntária de uma fonte de fibra suplementar depende do nível de fibra na ração e do tipo de cereal utilizado como fonte de fibra.

#### **2.4. Uso do farelo de trigo na alimentação de poedeiras**

O milho e o farelo de soja são os alimentos mais utilizados nas formulações das aves, porém esses alimentos vêm ocupando espaço no consumo humano e isso tem levado pesquisadores e produtores a estudar outras opções alimentares.

O trigo representa uma alternativa como ingrediente para rações em função do seu volume de produção e custo, variando com a região e época do ano. Porém a substituição do milho por trigo depende da disponibilidade e do preço destes.

O farelo de trigo é um subproduto tradicionalmente utilizado na formulação de rações de matrizes e aves de postura nas granjas e indústrias de rações, entretanto não existem dados precisos na literatura sobre os níveis de inclusão deste alimento nas dietas e seus efeitos sobre o desempenho produtivo das aves (Araújo et al., 2008b).

De acordo com Rostagno et al. (2005), o farelo de trigo apresenta bom nível de proteína (15,52%, com base na matéria natural), entretanto, sua adição na dieta de aves é limitada pela alta concentração de fibra bruta em sua composição (9,66%, com base na matéria natural). De acordo com Maes et al. (2004), os principais polissacarídeos não amiláceos (PNA's) presentes neste subproduto são as arabinosilanas (36,5%), mas contém também celulose (11%), lignina (3–10%) e ácidos urônicos (3–6%).

Segundo Araújo et al. (2005), as arabinosilanas do farelo de trigo apresentam a propriedade de reter água e promover a viscosidade em soluções, devido o seu alto percentual de PNA's solúveis, como as arabinosilanas. Assim, o trigo e seus subprodutos são ingredientes promotores do aumento da viscosidade intestinal, que causam inibição na digestão dos nutrientes, afetando a digestibilidade de carboidratos, gorduras e proteínas e ainda pode causar aumento da secreção de proteínas endógenas derivadas do intestino e perda de células intestinais (Bedford e Partridge, 2001). Desta forma, o aumento da viscosidade da digesta a nível intestinal pode alterar a morfologia e fisiologia entérica, modificando a taxa de trânsito intestinal e desregulando a função hormonal, devido a uma taxa variada de absorção de nutrientes (Araújo et al., 2008a).

Pieniz et al. (1996) substituíram 0, 25, 50, 75 e 100% de milho por trigo em dietas para frangos de corte e obtiveram melhores resultados de desempenho para 75 e 100% de

substituição. Trabalhando com substituições de 50 e 100% de milho por trigo, Brum et al. (1998) encontraram desempenhos semelhantes ao dos frangos que consumiram a dieta testemunha. Faria Filho et al. (2001), avaliando a inclusão de 15, 30 e 45% de trigo em grão ou moído na ração de frangos de corte, observaram que a inclusão de até 45% de trigo, em grão ou moído, não altera o desempenho e nem as características de carcaça dos frangos de corte quando empregados no período de 21 a 49 dias de idade. No entanto, Viola et al. (1996), utilizando trigo em substituições de 0, 50 e 100, obtiveram desempenho reduzido e atribuíram esse efeito aos altos níveis de inclusão de trigo na fase inicial de criação.

Araújo et al. (2008c), estudaram os efeitos da inclusão de farelo de trigo (0, 10, 20 e 30%) na ração sobre o desempenho de frangas semipesadas na fase de crescimento e seu efeito residual durante a fase inicial de produção de ovos e concluíram que a inclusão de farelo de trigo na ração de recria reduz a taxa de crescimento de frangas e atrasa o início da postura, promovendo um aumento no peso inicial dos ovos em relação a rações à base de milho e farelo de soja. Trabalhando com quatro níveis (0, 3, 6 e 9%) de farelo de trigo nas rações na fase de produção, Araújo et al. (2008b), observaram que o consumo de ração, o peso vivo final, a produção de ovos, o peso e a massa de ovos e a conversão por massa e por dúzia de ovos não foram afetados pela inclusão de até 9% de farelo de trigo, porém a gravidade específica da casca dos ovos piorou com o aumento dos níveis.

Freitas et al. (2005), utilizando níveis crescente de trigo (0,16, 32, 48%) na ração de frangas em crescimento, observaram que a inclusão de 48% de trigo na ração não afeta o desempenho de frangas da 7<sup>a</sup> a 18<sup>a</sup> semana de idade. Assim, segundo Vargas et al. (2001), do ponto de vista do desempenho animal, o trigo pode substituir totalmente o milho nas rações sem causar prejuízos na produção.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza - Ceará, no Setor de Avicultura.

Para condução do experimento foram adquiridas 1.600 pintainhas de um dia, sendo metade de uma linhagem de poedeiras comerciais leves (Lohman LSL) e a outra de uma linhagem semipesada (Hy Line Brown).

Na fase inicial (até a 6ª semana) as aves foram alojadas em galpão convencional para criação em piso e receberam manejo segundo as recomendações contidas no manual de cada linhagem para a fase. Após a 6ª semana, as aves foram pesadas e selecionadas para a obtenção de parcelas experimentais com peso médio uniforme, segundo recomendações propostas por Sakomura e Rostagno (2007).

Na condução do experimento foram utilizadas 1.296 aves na fase de crescimento, entre a 7ª e a 17ª semana. As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial dois x três (duas linhagens x três níveis de FDN) com quatro repetições de 54 aves. Os níveis de FDN testados foram 14,5, 16,5 e 18,5%.

Nesta fase, as aves foram alojadas em gaiolas de recria de arame galvanizado (50x50x45cm), específica para a fase de recria. O número total de aves de cada parcela (54 aves) foi dividido de acordo com capacidade da gaiola (9 aves/gaiola), totalizando 6 gaiolas por parcela. Cada gaiola dispunha de comedouro tipo calha em chapa galvanizada e bebedouro tipo nipple.

As aves foram vacinadas conforme um programa de vacinação elaborado de acordo com o desafio sanitário da região, sendo estas vacinadas contra Newcastle HB1, Bronquite H120 e Gumboro intermediária por via ocular aos 7 dias de idade; Gumboro intermediária via água aos 14 dias; Gumboro intermediária via água aos 21 dias; Newcastle HB1 e Bronquite H120, via ocular aos 28 dias ; Coriza gel, injetável no músculo do peito, na 6ª semana; Newcastle la sota e Bronquite H120, via ocular e Bouba forte e Encefalomielite, via subcutânea na membrana da asa, na 9ª semana; Newcastle + Bronquite + Coriza + EDS (oleosa), injetável no músculo do peito, na 15ª semana.

Diariamente, durante todo o período experimental, a temperatura e umidade relativa do ar dentro do galpão foi medida com termômetro de máxima e mínima e psicrômetro, respectivamente. Os dados foram registrados diariamente e as leituras realizadas

às 8:00 e 16:00 horas. No final do experimento foram calculadas as médias das temperaturas máximas e mínimas e os valores de umidade relativa do ar. Durante a fase experimental (7ª a 17ª semana) as aves receberam apenas luz natural.

Na fase inicial (até 6ª semana), utilizou-se a mesma ração (Tabela 1) para as aves de ambas as linhagens, em razão das semelhanças entre os valores de exigências nutricionais propostas nos manuais de manejo para cada fase de criação. Para a formulação das rações, também foram considerados os valores de composição dos alimentos propostos por Rostagno et al. (2005). As rações da fase experimental foram formuladas para serem isonutrientes, exceto, para o nível de FDN.

Para avaliar o desempenho, semanalmente as aves e as rações foram pesadas, para determinação do peso médio (g), do ganho de peso (g/ave), do consumo de ração (g/ave) e da conversão alimentar (g/g).

Na 17ª semana, foram selecionadas duas aves com o mesmo peso médio da parcela para serem sacrificadas por deslocamento cervical, retirados os órgãos do trato digestório (moela, fígado e intestinos) e órgãos reprodutores (ovário e oviduto). Estes órgãos foram pesados em balança de precisão. Em seguida, foi realizado um corte transversal na moela para ser medido o pH do conteúdo da moela, através do pH-metro. Os intestinos e a moela foram devidamente esvaziados para determinação da quantidade de alimento presente em cada segmento. Os dados de peso dos órgãos do trato gastrointestinal foram expressos como porcentagem do peso corporal.

Os valores de energia metabolizável das rações foram determinados considerando a média dos resultados de dois ensaios de metabolismo, realizado na 12ª e 17ª semanas de idade das aves, utilizando o método de coleta total de excretas durante quatro dias. As excretas foram coletadas duas vezes ao dia (8:00 e 16:00 horas) e armazenadas em um recipiente identificado e pesado. No final do período experimental, foram determinados o consumo de ração e a produção total de excretas.

O material coletado foi levado ao Laboratório de Nutrição Animal, para realização da pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55° C, por 72 horas. Em seguida, foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 16 mash com crivos de 1mm. As amostras das rações experimentais foram preparadas e encaminhadas ao laboratório, para determinar, juntamente com as amostras das excretas, os valores de matéria seca (MS) e nitrogênio (N), seguindo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica adiabática (Modelo 1242, Parr Instruments Co. EUA.).

**Tabela 1.** Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para poedeiras comerciais na fase de crescimento.

Ingrediente	1 - 6 semanas	Nível de FDN (%)					
		7 - 12 semanas			13 - 17 semanas		
		14,5	16,5	18,5	14,5	16,5	18,5
Milho	64,00	60,57	57,36	48,59	61,07	58,92	55,10
Farelo de soja	32,00	23,13	21,51	24,79	19,55	17,86	16,34
Farelo de trigo	0,00	10,63	17,04	20,50	11,75	17,88	24,42
Óleo de soja	0,00	0,00	0,34	2,39	0,00	0,00	0,52
Inerte	0,00	1,88	0,00	0,00	3,94	1,69	0,00
Fosfato monobicálcico	1,84	1,58	1,51	1,44	1,55	1,48	1,42
Calcário	1,34	1,51	1,54	1,56	1,55	1,58	1,61
Sal Comum	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37
DL-Metionina	0,07	0,14	0,14	0,14	0,07	0,07	0,07
Sup. vit+mineral <sup>1</sup>	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sup. vitamínico <sup>2</sup>	0,00	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Sup. mineral <sup>3</sup>	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
L-lisina HCl	0,00	0,05	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição nutricional calculada</b>							
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.920	2.800	2.800	2.800	2.750	2.750	2.750
Proteína bruta (%)	20,10	17,50	17,50	17,50	16,00	16,00	16,00
Fibra bruta (%)	3,14	3,50	3,92	4,38	3,40	3,80	4,23
FDN (%)	11,84	14,50	16,50	18,50	14,50	16,50	18,50
FDA (%)	4,68	5,07	5,56	6,05	4,90	5,40	5,91
Cálcio (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fósforo total (%)	0,68	0,67	0,70	0,74	0,70	0,70	0,72
Fósforo disponível (%)	0,47	0,43	0,43	0,43	0,40	0,40	0,42
Metionina + cistina (%)	0,81	0,71	0,71	0,71	0,60	0,60	0,61
Metionina (%)	0,48	0,42	0,41	0,41	0,30	0,30	0,32
Lisina total (%)	1,05	0,90	0,90	0,90	0,80	0,80	0,75
Treonina total (%)	0,78	0,66	0,66	0,66	0,60	0,60	0,60
Triptofano (%)	0,25	0,20	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Ácido linoléico (%)	1,45	1,48	1,69	2,74	1,50	1,50	1,82

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico mineral (composição por kg do produto): vit. A - 1.775.000 UI; vit. B12 - 2.280 mcg; vit D3 - 450.000 UI; vit. E - 2.275 mg; vit. K - 325 mg; ácido fólico - 113 mg; niacina - 5.750 mg; piridoxina - 450 mg; colistina - 1.750 mg; roboflavina - 1.125 mg; tiamina - 450 mg; pantotenato de cálcio - 2.275 mg; colina - 66.000; biotina - 11,30 mg; antioxidante - 500mg; Silicato - 10.000 mg; Co - 25,00 mg; Cu - 2.500 mg; Fe - 6.250 mg; I - 260mg; Mn - 13.000 mg; metionina - 225g; Se - 45,00 mg; Zn - 11.100 mg.

<sup>2</sup>Suplemento vitamínico (composição por kg do produto): vit. A - 6.000.000 UI; vit. D3 - 2.000.000 UI; vit. E - 12.000 mg; vit. K3 - 2.000 mg; vit. B1 - 2.200 UI; vit. B2 - 5.000; vit B6 - 2.300 mg; vit. B12 - 12.000 mcg; niacina - 28.000 mg; ácido fólico - 600 mg; ácido pantotênico - 11.000 mg; antioxidante - 15 mg; biotina - 20 mg; selênio - 200 mg.

<sup>3</sup>Suplemento mineral (composição por kg do produto): Mn -130.000 mg; Zn - 100.000 mg; Fe - 80.000 mg; Cu - 24.000 mg; I - 2.000 g; veículo q.s.p.

Com base nos resultados laboratoriais, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das rações, com base nas equações de Matterson et al. (1965).

Ao final da fase de crescimento, as aves foram transferidas para o galpão de postura, mantendo-se o mesmo delineamento experimental utilizado na fase de crescimento, sendo cada parcela experimental composta por 14 aves.

As aves foram distribuídas em gaiolas de arame (0,25m X 0,45m X 0,40m), equipadas com comedouro linear em chapa galvanizada e bebedouro automático contendo válvula acoplada ao copinho, na densidade de duas aves/gaiola.

O período experimental, nessa fase, se estendeu até a 35<sup>a</sup> semana de idade, sendo esse tempo dividido em períodos de 28 dias cada.

Diariamente, durante o período experimental, a temperatura e umidade relativa do ar no galpão foram medidas com termômetro de máxima e mínima e psicrômetro, respectivamente. As leituras e os registrados dados eram realizados às 8:00 e 16:00 horas. No final do experimento foram calculadas as médias das temperaturas máximas e mínimas e os valores de umidade relativa do ar.

O programa de luz utilizado foi de 14 horas de luz/dia logo após a transferência para o galpão de postura. A partir da semana seguinte foram efetuados acréscimos semanais de 15 minutos de luz/dia até atingir 16 horas de luz, permanecendo constante até o final do experimento.

Todas as aves foram alimentadas à vontade, com a mesma ração de postura durante toda a fase de produção (Tabela 2). A ração foi formulada à base de milho e farelo de soja, considerando-se os valores de composição dos alimentos propostos por Rostagno et al. (2005).

As variáveis de desempenho avaliadas na fase de produção foram percentagem de postura (%), consumo de ração (g/ave/dia), peso dos ovos (g), massa de ovos (g/ave/dia) e conversão alimentar (g/g). Além destas variáveis, ainda foram avaliadas a idade das aves ao primeiro ovo e quando estas atingiram 50% da produção.

Durante todo o período experimental, uma vez por semana, todos os ovos de cada parcela foram coletados, identificados e pesados em balança eletrônica (Marte) com precisão de 0,01g. Destes, foram selecionados três ovos de cada parcela para avaliação da qualidade e características dos ovos. As variáveis de qualidade dos ovos analisadas foram unidades Haugh e densidade específica e as de característica dos ovos foram percentagem de gema, casca e albúmen (%).

**Tabela 2.** Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para poedeiras comerciais na fase de postura.

Ingredientes	Postura
Milho	60,90
Farelo de soja	26,75
Óleo de soja	1,14
Fosfato monobicálcico	1,71
Calcário	8,74
Sal Comum	0,34
DL-Metionina	0,17
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,20
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,05
<b>Total</b>	<b>100</b>
Composição nutricional calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.800
Proteína bruta (%)	17,50
Fibra bruta (%)	2,77
FDN (%)	10,74
FDA (%)	4,17
Cálcio (%)	3,80
Fósforo total (%)	0,62
Fósforo disponível (%)	0,43
Metionina + cistina (%)	0,73
Metionina (%)	0,45
Lisina total (%)	0,90
Treonina total (%)	0,68
Triptofano (%)	0,21
Sódio (%)	0,17
Ácido linoléico (%)	1,97

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico (composição por kg do produto): vit. A – 7.000.000 UI; vit. D3 – 3.300.000 UI; vit. E - 11.000 mg; vit. K3 - 2.000 mg; vit. B1 – 2.200 UI; vit. B2 – 7.700; vit B6 – 2.200 mg; vit. B12 – 11.000 mcg; niacina – 26.000 mg; ácido fólico - 552 mg; ácido pantotênico – 13.000 mg; biotina – 112 mg; antioxidante - 15 mg; selênio – 150 mg.

<sup>2</sup>Suplemento mineral (composição por kg do produto): Mn -130.000 mg; Zn - 100.000 mg; Fe - 80.000 mg; Cu – 24.000 mg; I - 2.000 g; veículo q.s.p.

A produção de ovos foi registrada diariamente por gaiola e no final de cada período foram calculadas as percentagens de postura (%) por repetição.

Para avaliar o consumo de ração, foram pesadas as rações fornecidas no início e as sobras do final do período e, por diferença, foi calculado o consumo de ração (g/ave/dia) para cada repetição.

O peso médio do ovo foi obtido, dividindo-se o peso total dos ovos coletados pelo número de ovos postos por repetição, em cada período.

A massa de ovo foi obtida, multiplicando-se o número de ovos produzidos pelo peso médio dos ovos para cada repetição e dividido pelo número de dias do período (g/ave/dia).

O cálculo da conversão alimentar foi realizado, dividindo-se a quantidade de ração consumida no período pela massa de ovos produzida.

A avaliação da qualidade e constituintes dos ovos foi realizada uma vez por semana durante todo o período experimental. Para isso os ovos de cada repetição foram coletados e três deles selecionados aleatoriamente (evitando-se ovos quebrados, trincados ou sujos) para serem utilizados na avaliação.

A gravidade específica (GE) dos ovos foi determinada conforme procedimentos descritos por Freitas et al. (2004). O sistema de pesagem foi montado sobre balança de precisão Marte (0,01g) para obtenção do peso do ovo no ar e na água, com isso foi determinado o GE através da equação  $GE = PO / (PA \times F)$ , onde: PO = peso do ovo no ar, PA = peso do ovo na água e F = fator de correção da temperatura.

Após a pesagem, os ovos foram quebrados e colocados em uma superfície de vidro para que fosse medida a altura do albúmen espesso com o auxílio de um micrômetro. Os dados da altura do albúmen e do peso dos ovos foram utilizados no cálculo das unidades Haugh por meio da equação  $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$ , onde: H = altura do albúmen (mm) e W = peso do ovo (g).

Para determinar as características dos ovos, as gemas foram separadas e pesadas em balança de precisão “Marte” (0,01g). As cascas dos ovos foram lavadas e postas para secar por um período de 48 horas e, em seguida, pesadas. As percentagens de gema e casca foram obtidas pela relação entre o peso de cada porção e o peso do ovo e a percentagem de albúmen foi determinada por diferença: % albúmen = 100 – (% gema + % casca).

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento ANOVA do SAS (2000) para um modelo fatorial, sendo as médias comparadas pelo teste SNK a 5% de probabilidade.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Fase de crescimento

As médias das temperaturas máxima e mínima na fase experimental foram, respectivamente,  $31,9^{\circ}\text{C} \pm 1,75$  e  $26,9^{\circ}\text{C} \pm 1,78$  e a umidade relativa do ar de 78%.

Os dados de desempenho das aves que foram submetidas aos diferentes níveis de FDN durante a fase de crescimento são apresentados na Tabela 3. Conforme a análise estatística, não foi observada interação significativa entre os fatores linhagem e nível de FDN sobre as variáveis de desempenho avaliadas. Entretanto, observou-se que o peso médio na 7ª e 17ª semana, o ganho de peso total, o consumo de ração acumulado e a conversão alimentar variaram significativamente entre as linhagens, enquanto, o nível de FDN influenciou significativamente o peso médio na 17ª semana, o ganho de peso e a conversão alimentar.

Em relação às aves leves, as aves semipesadas apresentaram maior peso médio no início (7ª semana) e no final (17ª semana) do experimento, ganho de peso, consumo acumulado e melhor conversão alimentar. Essas diferenças no desempenho entre as linhagens se devem às características de crescimento impostas pelos programas de melhoramento genético utilizados na obtenção de cada linhagem. As poedeiras leves são selecionadas para menor peso corporal à maturidade e isso faz com que as aves leves apresentem menor ganho de peso e maior conversão alimentar que as semipesadas, durante a fase de crescimento. Por outro lado, por apresentarem maior peso corporal, as aves semipesadas consomem mais ração para atender as suas necessidades nutricionais, que são superiores às das aves leves, principalmente, as exigências de manutenção (Neme et al. 2005). A melhor CA das aves semipesadas se deve à maior taxa de ganho de peso dessas aves durante esta fase do período de crescimento.

Neme et al. (2006) estudaram o crescimento e a deposição de nutrientes na carcaça de quatro linhagens de poedeiras comerciais e verificaram diferenças significativas nas taxas de crescimento e na deposição de nutrientes entre poedeiras leves e semipesadas. De acordo com os pesquisadores, as aves semipesadas foram mais tardias para peso vivo que as aves leves, com taxas de crescimento corporal e pesos à maturidade maiores.

O nível de fibra da ração não influenciou significativamente o consumo acumulado de ração das aves e, independente da linhagem, as aves alimentadas com menor nível de FDN apresentaram maior peso médio, maior ganho de peso e melhor conversão

alimentar no final (17ª semana) do experimento em relação às alimentadas com os demais níveis de fibra.

**Tabela 3.** Efeito dos diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) sobre o desempenho de poedeiras leves e semipesadas entre a 7ª e 17ª semana de idade.

Linhagem	Nível de FDN (%)			Média
	14,5	16,5	18,5	
Peso Médio na 7ª semana (g/ave)				
Leve	519,62	521,08	520,11	520,27 <sup>B</sup>
Semipesada	532,59	532,83	531,59	532,34 <sup>A</sup>
Média	526,11 <sup>a</sup>	526,95 <sup>a</sup>	525,85 <sup>a</sup>	
CV (%)	0,55			
Peso Médio na 17ª semana (g/ave)				
Leve	1364,76	1333,25	1321,65	1339,89 <sup>B</sup>
Semipesada	1504,66	1427,78	1429,34	1453,93 <sup>A</sup>
Média	1434,71 <sup>a</sup>	1380,51 <sup>b</sup>	1375,50 <sup>b</sup>	
CV (%)	2,79			
Ganho de Peso Total (g/ave)				
Leve	845,14	812,18	801,54	819,62 <sup>B</sup>
Semipesada	972,07	894,95	897,75	921,59 <sup>A</sup>
Média	908,6 <sup>a</sup>	853,56 <sup>b</sup>	849,65 <sup>b</sup>	
CV (%)	4,42			
Consumo Acumulado (g/ave)				
Leve	4327,48	4372,61	4221,08	4307,06 <sup>B</sup>
Semipesada	4549,56	4465,8	4510,08	4508,48 <sup>A</sup>
Média	4438,53 <sup>a</sup>	4419,2 <sup>a</sup>	4365,58 <sup>a</sup>	
CV (%)	2,60			
Conversão Alimentar (g/g)				
Leve	5,13	5,39	5,27	5,26 <sup>A</sup>
Semipesada	4,68	4,99	5,03	4,90 <sup>B</sup>
Média	4,90 <sup>b</sup>	5,19 <sup>a</sup>	5,15 <sup>a</sup>	
CV (%)	4,16			

Médias seguidas de letras minúsculas (linha) e maiúsculas (coluna) iguais não diferem entre si pelo teste SNK (5%).

A redução no desempenho das frangas com o acréscimo de FDN na ração acima de 14,5% pode ser associado aos efeitos prejudiciais do aumento da fração fibrosa da ração e às características da fração fibrosa do farelo de trigo, que foi utilizado para atingir os níveis de FDN testados.

O aumento do teor de fibra na ração prejudica a utilização dos nutrientes, uma vez que a fibra atua como uma barreira física, impedindo que as enzimas endógenas tenham acesso ao conteúdo interno das células vegetais, resultando em redução dos processos de

digestão e absorção dos nutrientes (Jansen e Carré, 1989). Por sua vez, o farelo de trigo é considerado um ingrediente promotor do aumento da viscosidade intestinal, pois sua fração fibrosa é rica em polissacarídeos não-amídicos (PNA's) solúveis como as arabinoxilanas, que causam uma inibição geral da digestão dos alimentos, afetando a digestibilidade dos carboidratos, gorduras e proteínas. Esses efeitos podem 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 (Araújo et al., 2008). Todos esses eventos, certamente, acarretaram redução na taxa de crescimento e piora na eficiência alimentar das aves alimentadas com maior proporção de FDN na ração.

Em relação aos efeitos do aumento da fração fibrosa das rações sobre o consumo de ração das aves, tem sido relatado que a alta capacidade de absorção de água da fração solúvel contribui para a redução no consumo porque limita a ingestão de alimento devido ao volume ocupado no trato digestório (Rodríguez-Palenzuela et al., 1998) e devido à passagem mais lenta da digesta (Dunkley et al., 2007). Entretanto, na presente pesquisa, o consumo de ração acumulado foi semelhante para as rações com os diferentes níveis de fibra, sugerindo que o aumento até o nível de 18,5% de FDN não promoveu alterações nas características da ração suficientes para comprometer o consumo de ração pelas frangas.

Os dados de desempenho obtidos no presente estudo são semelhantes aos relatados por Araújo et al (2005), que utilizando níveis crescentes de farelo de trigo (0, 10, 20 e 30%) na ração de frangas semipesadas na fase de recria e observaram diminuição no ganho de peso e no peso vivo final das frangas.

Em relação ao desempenho preconizado nos manuais de manejo das linhagens utilizadas, observou-se que para as aves leves o peso corporal obtido com os diferentes níveis de FDN foi superior ao intervalo de recomendação que é de 1.166 a 1.262 (g/ave) para o consumo acumulado de aproximadamente de 4.491 (g/ave). Para as aves semipesadas o peso ideal está em torno de 1.450 (g/ave) para o consumo acumulado de 4.347 (g/ave) e embora tenha ocorrido queda no peso das frangas com o aumento do nível de FDN na ração, observou-se que o menor peso final obtido foi apenas 23 (g/ave) inferior ao peso ideal.

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) das rações (Tabela 4) não foram influenciados significativamente pela interação entre os fatores linhagem e nível de FDN e, também, não diferiram entre as aves leves e semipesadas. Entretanto, observou-se que os valores EMA e EMAn variaram significativamente entre os níveis de FDN.

**Tabela 4.** Efeito dos níveis de fibra em detergente neutro (FDN) sobre os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) das rações de poedeiras entre a 7ª e 17ª semana de idade.

Linhagem	Níveis de FDN (%)			Média
	14,5	16,5	18,5	
Energia metabolizável aparente - EMA (kcal/g MS)				
Leve	3.246	3.225	3.173	3.215 <sup>A</sup>
Semipesada	3.292	3.240	3.171	3.234 <sup>A</sup>
Média	3.269 <sup>a</sup>	3.233 <sup>a</sup>	3.171 <sup>b</sup>	
CV (%)	1,61			
Energia metabolizável aparente corrigida - EMAn (kcal/g MS)				
Leve	3.105	3.098	2.995	3.066 <sup>A</sup>
Semipesada	3.135	3.101	2.995	3.077 <sup>A</sup>
Média	3.120 <sup>a</sup>	3.100 <sup>a</sup>	2.995 <sup>b</sup>	
CV (%)	1,58			

Médias seguidas de letras minúsculas (linha) e maiúsculas (coluna) iguais não diferem entre si pelo teste SNK (5%).

Na comparação das médias, observou-se que os valores de EMA e EMAn da ração que continha 18,5% de FDN foram inferiores aos dos níveis de 14,5% e 16,5% de FDN na ração.

Segundo Janssen e Carré (1989) e Dunkley et al. (2007), os efeitos negativos da fibra sobre a digestibilidade nas aves podem ser atribuídos a diversos fatores, como o aumento da produção de material endógeno, diluição sobre alguns nutrientes da ração, redução da atividade das enzimas digestivas e aumento na viscosidade da digesta. Todos esses efeitos contribuem para a redução da digestão e absorção dos nutrientes. Dessa forma ocorre diminuição da metabolização da energia da ração com o aumento no nível de fibra.

Em relação ao ajuste na ingestão de alimento em função da disponibilidade de energia para atender as exigências das aves, esperava-se que a redução na metabolização da energia da ração com a elevação do nível de FDN promovesse aumento proporcional no consumo de ração das aves. Entretanto, como já mencionado anteriormente, o consumo de ração não variou significativamente entre os diferentes níveis de FDN testados, o que pode ser um indicativo de que as aves atingiram o limite máximo da capacidade volumétrica do seu trato digestório, não sendo possível aumentar a ingestão de nutrientes e expressar o seu máximo potencial de crescimento.

Nesse contexto, o menor ganho de peso das aves alimentadas com a ração contendo maior nível de FDN pode ser atribuído ao menor aproveitamento da energia da ração e, conseqüentemente, menor disponibilidade de energia para o ganho de peso. Bedford (1995) relatou que a fibra em alta concentração pode diminuir a energia metabolizável das

rações e o aproveitamento dos nutrientes e, assim, acarretar redução na taxa de crescimento e piora na eficiência alimentar.

Na avaliação do desenvolvimento dos órgãos do trato digestório e reprodutor das aves (Tabela 5) não foi observado efeito significativo da interação entre os fatores avaliados (linhagem x fibra) sobre as variáveis avaliadas.

As aves da linhagem leve apresentaram maior peso relativo do fígado e do ovário, menor peso relativo da moela, do conteúdo na moela e dos intestinos em relação às linhagens semipesadas. Essas diferenças no desenvolvimento dos órgãos do trato digestório e reprodutor entre as linhagens se devem às alterações nos aspectos fisiológicos das aves decorrentes aos programas de melhoramento genético utilizados na obtenção de cada linhagem.

As poedeiras leves são selecionadas para menor peso corporal à maturidade e isso faz com que essas aves apresentem menor consumo de ração, de forma que, este peso pode interferir no crescimento relativo dos órgãos do sistema digestório em relação ao apresentado pelas aves semipesadas. Por outro lado, por serem maiores, as aves semipesadas consomem mais ração para atender as necessidades nutricionais, o que favorecerá para uma maior atividade mecânica da moela e maior conteúdo do bolo alimentar no trato digestório dessas aves. Segundo Hazelwood et al. (1986), o fígado de poedeiras aumenta de peso nos períodos que antecedem a postura. Desta forma, o maior peso relativo do fígado pode ser associado à precocidade das poedeiras leves, uma vez que o início da atividade reprodutiva da fêmea implica em maior atividade desse órgão para a síntese do material da gema a ser depositado no ovário.

O maior peso relativo do ovário das aves leves também sinaliza o maior desenvolvimento desse órgão, possibilitando para essas aves o início da postura antes das semipesadas.

O nível de FDN da ração não influenciou significativamente o tamanho do fígado, ovário e oviduto, a quantidade e o pH do conteúdo na moela e quantidade do conteúdo dos intestinos. Entretanto, independentemente da linhagem, as aves alimentadas com 14,5% de FDN apresentaram maior peso relativo da moela, enquanto, as alimentadas com 18,5% de FDN apresentaram maior peso relativo dos intestinos.

**Tabela 5.** Efeito dos diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) sobre o peso relativo dos órgãos de linhagens leves e semipesadas ao final da fase de crescimento (17ª semana).

Linhagem	Nível de FDN (%)			Média
	14,5	16,5	18,5	
Fígado (%)				
Leve	2,54	2,45	2,43	2,48 <sup>A</sup>
Semipesada	1,83	1,89	1,83	1,85 <sup>B</sup>
Média	2,19 <sup>a</sup>	2,17 <sup>a</sup>	2,13 <sup>a</sup>	
CV (%)	10,45			
Moela vazia (%)				
Leve	1,86	1,66	1,78	1,77 <sup>B</sup>
Semipesada	2,54	2,29	2,51	2,45 <sup>A</sup>
Média	2,20 <sup>a</sup>	1,98 <sup>b</sup>	2,14 <sup>ab</sup>	
CV (%)	7,87			
Conteúdo da moela (g)				
Leve	12,09	10,79	11,74	11,54 <sup>B</sup>
Semipesada	13,93	14,10	13,46	13,83 <sup>A</sup>
Média	13,00 <sup>a</sup>	12,45 <sup>a</sup>	12,60 <sup>a</sup>	
CV (%)	20,00			
pH do conteúdo da moela				
Leve	3,24	3,25	3,39	3,29 <sup>A</sup>
Semipesada	3,19	3,05	3,28	3,17 <sup>A</sup>
Média	3,21 <sup>a</sup>	3,15 <sup>a</sup>	3,33 <sup>a</sup>	
CV (%)	8,42			
Intestino vazio (%)				
Leve	2,81	2,59	2,91	2,77 <sup>A</sup>
Semipesada	2,44	2,85	2,85	2,71 <sup>A</sup>
Média	2,62 <sup>b</sup>	2,72 <sup>ab</sup>	2,88 <sup>a</sup>	
CV (%)	6,33			
Conteúdo do intestino (g)				
Leve	23,9	31,24	34,6	29,91 <sup>B</sup>
Semipesada	36,9	34,71	36,97	36,18 <sup>A</sup>
Média	30,4 <sup>a</sup>	32,97 <sup>a</sup>	35,83 <sup>a</sup>	
CV (%)	13,66			
Ovário (%)				
Leve	0,22	0,19	0,15	0,18 <sup>A</sup>
Semipesada	0,11	0,11	0,17	0,13 <sup>B</sup>
Média	0,16 <sup>a</sup>	0,15 <sup>a</sup>	0,16 <sup>a</sup>	
CV (%)	37,20			
Oviduto (%)				
Leve	1,62	1,45	1,52	1,53 <sup>A</sup>
Semipesada	1,41	1,46	1,61	1,49 <sup>A</sup>
Média	1,52 <sup>a</sup>	1,45 <sup>a</sup>	1,56 <sup>a</sup>	
CV (%)	12,36			

Médias seguidas de letras minúsculas (linha) e maiúsculas (coluna) iguais não diferem entre si pelo teste SNK (5%).

O maior peso da moela com a ração com menor nível de FDN pode ter ocorrido em razão da necessidade da inclusão de areia lavada como inerte nessa ração para mantê-la isonutriente com as demais. Segundo Gonzáles-Alvarado et al. (2007), a influência da alimentação nas características da moela está associada à estimulação mecânica deste órgão que depende do nível, do tipo de ingrediente, do tamanho e características das partículas da ração. Assim, a moela será maior quanto mais estimulada for à atividade mecânica.

O pH do conteúdo da moela é um dos fatores mais importantes que influenciam na atividade enzimática. A mudança no pH do conteúdo da moela está relacionada ao maior tempo de permanência do bolo alimentar na porção superior do trato gastrointestinal, absorvendo uma maior quantidade de HCl secretado a partir do proventrículo (Favero, 2009). Dessa forma, o maior tempo de retenção da fração fibrosa na moela relatado por Hetland et al. (2005), poderia alterar o pH do bolo alimentar, reduzindo. Entretanto, de acordo com os resultados obtidos as alterações do nível de FDN das rações não foram suficientes para promover modificações no pH do bolo alimentar contido na moela das aves.

As mudanças dos níveis de FDN da ração promoveram pequenas alterações nos níveis de FDA calculado das rações, sugerindo pouca variação na proporção de fibra insolúvel das mesmas. Com isso, conforme Hetland et al. (2005), se considerarmos que a fração insolúvel da fibra seria a que permaneceria retida na moela por maior tempo, o fato de não ter alteração no pH do bolo alimentar pode estar associada a pouca variação no nível de FDA das rações. Por sua vez, Gonzáles-Alvarado et al. (2007) relataram que os efeitos do teor de fibra bruta e do tamanho médio das partículas dos alimentos sobre o pH do proventrículo e da moela pode variar com a idade das aves.

O maior peso do intestino obtido com o maior nível de FDN na ração pode ser associado aos efeitos negativos da maior quantidade de fibra sobre a digestão e absorção de nutrientes. Esses efeitos induzem uma maior atividade desse órgão na tentativa de melhorar a digestão e a absorção com dietas de alta viscosidade, acarretando maior desenvolvimento dos órgãos.

Vários autores têm comentado que o aumento no peso relativo do trato gastrointestinal tem sido relacionado com o consumo de dietas fibrosas em outras espécies (frangos, ratos e suínos). Estes fatores podem estar relacionados tanto com o aumento da ingestão de fibras na ração quanto à baixa concentração calórica (Zhao et al, 1995; Jorgensen et al, 1996ab). Os resultados obtidos nessa pesquisa são semelhantes a essas indicações. Da mesma forma, Iji (1999), adicionando polissacarídeos (goma arábica, guar ou xantanas) em rações para frangos observaram que o efeito da fibra sobre o aumento no proventrículo, moela

e intestino delgado é maior com fibras mais viscosas (guar e xantanas). Hetland e Svihus (2001) obtiveram maior efeito da fibra sobre o tamanho do trato digestório em frangos de corte que receberam rações a base de cevada e casca desse cereal com ou sem adição de enzima (beta-glucanases).

Embora o aumento do nível de FDN na ração de crescimento promova redução no desempenho, essa prática trouxe efeitos benéficos no desenvolvimento dos órgãos do trato digestório, pois a fibra insolúvel desempenha um importante papel fisiológico no trato digestivo, interagindo com as funções do intestino (Hetland et al., 2005), apoiando a hipótese de que as aves podem ter uma exigência de fibra para favorecer a estimulação do trato digestório. Por outro lado, essa prática pode ser utilizada para controlar o ganho de peso corporal das frangas na fase crescimento e ser útil, principalmente, para linhagens que tem elevada capacidade de ingestão de ração e por isso podem atingir o peso à maturidade antes do tempo ou se tornarem obesas o que, segundo Sakomura et al. (2004), comprometeria o seu desempenho na fase de postura.

#### **4.2. Fase de postura**

Durante a fase de produção as médias das temperaturas mínimas e máxima foram  $26,88\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,37$  e  $31,83\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,25$ , respectivamente, e umidade relativa do ar de 75%.

Os dados referentes à idade das aves ao primeiro ovo (IPO) e ao atingir 50% de produção (I50%) são apresentados na Tabela 6. Conforme a análise estatística, não foi observada interação significativa entre os fatores linhagem e nível de FDN sobre as variáveis analisadas. Entretanto, esses parâmetros não diferiram significativamente entre os níveis de FDN testados, mas variaram significativamente entre as linhagens.

A idade ao primeiro ovo é um dado importante, pois caracteriza a maturidade sexual que pode ser influenciada por diversos fatores envolvidos na criação das aves (Moro et al., 2002). Segundo Liu et al. (1995), o início da produção de ovos pode ser influenciada pela genética, idade cronológica e composição corporal das frangas, porém, as características genéticas das linhagens exercem influências marcantes na maturidade sexual, de forma que as aves leves (leves), normalmente, são mais precoces que as aves semipesadas. Isso justifica a diferença no tempo para a produção do primeiro ovo e atingirem 50% de produção, entre as linhagens utilizadas na presente pesquisa. Por outro lado, observou-se que ao final da fase de crescimento (17ª semana de idade) as aves da linhagem branca apresentavam maior



desenvolvimento do fígado e ovário, fato que pode ser associado à maior atividade hormonal para o início da fase de postura nessas aves que são mais precoces.

**Tabela 6.** Idade média das aves ao produzir o primeiro ovo e ao atingir 50% da produção de frangas alimentadas com diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) na idade entre a 7ª e 17ª semana.

Linhagem	Níveis de FDN %			Média
	14,5	16,5	18,5	
Idade do 1º ovo (dias)				
Leve	122,75	121,75	122,75	121,42 <sup>B</sup>
Semipesada	122,50	126,75	130,75	126,67 <sup>A</sup>
Média	122,63 <sup>a</sup>	124,25 <sup>a</sup>	126,75 <sup>a</sup>	
CV (%)	2,71			
Idade com 50% de postura (dias)				
Leve	134,75	134,00	134,75	134,50 <sup>B</sup>
Semipesada	136,50	137,50	139,00	137,67 <sup>A</sup>
Média	135,63 <sup>a</sup>	135,75 <sup>a</sup>	136,88 <sup>a</sup>	
CV (%)	1,58			

Médias seguidas de letras minúsculas (linha) e maiúsculas (coluna) iguais não diferem entre si pelo teste SNK (5%).

Nas linhagens modernas, o início da postura deve ocorrer com peso corporal adequado, associado à idade cronológica. Segundo Leeson e Summers (1997), as aves que apresentarem maior peso corporal à maturidade sexual terão melhor desempenho, e aquelas que estiverem com peso corporal baixo apresentarão maturidade mais tardia e pior desempenho. Nesse contexto, devido às aves alimentadas com maior nível de fibra na ração (18,5% de FDN) terem apresentado menor peso corporal ao final da fase de crescimento, criou-se a expectativa de atraso na maturidade sexual dessas aves. Entretanto, a influência do nível de FDN da ração no peso corporal das frangas não foi suficiente para prejudicar significativamente a maturidade sexual das aves, embora, tenha sido verificado o aumento numérico dos dias para que ocorresse a postura do primeiro ovo e para que as aves atingissem 50% de postura com o aumento do nível de FDN na ração.

A ausência da influência das diferenças no peso corporal das frangas ao final da fase de crescimento sobre a maturidade sexual também foram relatadas por Murakami et al. (1997) e Barros et al. (2006) que avaliaram a influência dos níveis de proteína da ração de crescimento sobre o desempenho nas fases de crescimento e postura. Entretanto, Araújo et al. (2008) verificaram que a redução no peso corporal das frangas, associada ao aumento da fibra na ração pela inclusão do farelo de trigo na ração de crescimento (7ª a 19ª semanas de idade) resultou em aumento na idade das aves ao primeiro ovo, passando de 130 para 148 dias, em aves alimentadas com ração sem farelo de trigo e com 30%, respectivamente.

Os efeitos dos diferentes níveis de FDN utilizado na ração de crescimento sobre o desempenho das poedeiras na fase de postura são apresentados na Tabela 7. Conforme a análise estatística dos dados, não houve interação significativa entre os fatores linhagem e nível de FDN sobre as variáveis de desempenho avaliadas na fase de postura. Também, não foi observado efeito significativo dos níveis de FDN da ração oferecida às aves na fase de crescimento sobre o desempenho destas na fase de postura. Contudo, verificou-se que o peso do ovo, massa de ovo e conversão alimentar variaram significativamente entre as linhagens.

Considerando que as aves foram alimentadas com a mesma ração de postura e a partição de nutrientes para atender as exigências das aves, esperava-se que as aves alimentadas com 14,5% de FDN, que eram mais pesadas ao final da fase de crescimento, apresentassem maior consumo de ração na fase de postura, visto que as exigências de manutenção são maiores para aves mais pesadas (Neme et al. 2006). Barros et al. (2006) e Araújo et al. (2008) relataram que embora os tratamentos tenham influenciado significativamente o ganho de peso das frangas na fase de crescimento o consumo de ração dessas aves na fase de postura não diferiu significativamente. Entretanto, Sakomura et al. (2004) avaliaram os efeitos do programa de alimentação na fase de crescimento de frangas (Lohman LSL) e observaram que as aves mais leves ao final do período de crescimento apresentaram maior consumo de ração na fase de postura, provavelmente na tentativa de aumentar as reservas corporais para atingir o pico de postura em boa condição corporal.

Embora seja esperada uma diferença entre o consumo de ração por poedeiras leves e semipesadas na fase de postura devido as diferentes exigências de manutenção entre essas aves (Neme et al. 2006), observou-se que durante a fase de postura o consumo das linhagens utilizadas nessa pesquisa não diferiu significativamente. Entretanto, semelhança no consumo de ração dessas linhagens é observada quando se compara os manuais de manejo, que relata o consumo variando de 105 a 115 (g/dia/ave) para as aves leves e 110 a 115 (g/ave/dia) para as aves semipesadas. Scott et al. (1982) preconizaram que aves semipesadas consomem 5 a 10% a mais de alimento em comparação a aves leves, pois as aves das linhagens leves são selecionadas para menor consumo, resultando em menor peso corporal. A pequena diferença no peso corporal entre as linhagens estudadas, ao início e final do período de postura, também, pode ter contribuído para o resultado na presente pesquisa.

**Tabela 7.** Consumo de ração, percentagem de postura, peso do ovo, massa de ovo e conversão alimentar de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) na idade entre a 7ª e 17ª semana.

Linhagem	Níveis de FDN %			Média
	14,5	16,5	18,5	
Consumo de ração (g/ave/dia)				
Leve	98,08	96,66	98,36	97,70 <sup>A</sup>
Semipesada	99,27	100,19	100,64	100,03 <sup>A</sup>
Média	98,67 <sup>a</sup>	98,43 <sup>a</sup>	99,50 <sup>a</sup>	
CV (%)	3,07			
Peso vivo final (kg)				
Leve	1,55	1,56	1,56	1,55 <sup>B</sup>
Semipesada	1,64	1,67	1,66	1,66 <sup>A</sup>
Média	1,60 <sup>a</sup>	1,61 <sup>a</sup>	1,60 <sup>a</sup>	
CV (%)	2,33			
% Postura (ave/dia)				
Leve	94,54	94,20	96,25	94,99 <sup>A</sup>
Semipesada	96,31	92,96	93,51	94,26 <sup>A</sup>
Média	95,42 <sup>a</sup>	93,58 <sup>a</sup>	94,88 <sup>a</sup>	
CV (%)	2,75			
Peso do ovo (g)				
Leve	56,96	56,77	57,29	57,01 <sup>B</sup>
Semipesada	59,09	60,12	59,13	59,44 <sup>A</sup>
Média	58,02 <sup>a</sup>	58,45 <sup>a</sup>	58,21 <sup>a</sup>	
CV (%)	1,89			
Massa de ovo (g/ave/dia)				
Leve	53,87	53,49	55,18	54,18 <sup>B</sup>
Semipesada	56,92	55,92	55,31	56,05 <sup>A</sup>
Média	55,39 <sup>a</sup>	54,70 <sup>a</sup>	55,24 <sup>a</sup>	
CV (%)	3,68			
Conversão alimentar (g/g)				
Leve	1,75	1,76	1,75	1,75 <sup>A</sup>
Semipesada	1,69	1,66	1,69	1,68 <sup>B</sup>
Média	1,72 <sup>a</sup>	1,71 <sup>a</sup>	1,72 <sup>a</sup>	
CV (%)	1,91			

Médias seguidas de letras minúsculas (linha) e maiúsculas (coluna) iguais não diferem entre si pelo teste SNK (5%).

A semelhança entre consumo de ração de poedeiras leves e semipesadas foi relatada por Cupertino et al. (2009) que utilizou as linhagens Lohmann LSL (branca) e

Lohmann Brown (vermelha). Entretanto, Valério et al. (2000), trabalhando com linhagens leves (Lohman LSL) e semipesadas (Lohman Brown), observaram maior consumo para aves semipesada.

Durante a fase de crescimento foi observado que o aumento do nível de FDN na ração favoreceu para que o peso corporal das aves no final dessa fase (17ª semanas de idade) tenha sido menor. Porém, essa diferença não permaneceu durante o período de produção, visto que o peso corporal na 35ª não diferiu entre as aves submetidas aos diferentes níveis de FDN. Esse resultado pode ser atribuído a um possível crescimento compensatório nas aves submetidas aos níveis mais elevados de fibra na ração. Assim, as aves podem ter sofrido restrição de nutrientes na fase de crescimento, mas como a ração fornecida na fase de postura foi a mesma, as aves tiveram a possibilidade de se recuperarem. O fato das aves poedeiras continuarem crescendo no início do ciclo de produção até atingirem a maturidade física, também, pode ter contribuído para a recuperação do peso. Sakomura et al. (2004) associaram ao crescimento compensatório a semelhança de peso na 35ª semana de idade das aves que, em função do manejo alimentar, apresentaram diferenças de peso corporal ao final da fase de crescimento.

Independente do nível de FDN, o peso médio vivo das aves na 35ª semana de idade foi menor para aves leves do que para aves semipesadas. Porém, as duas linhagens apresentaram pesos vivos, nessa idade, inferiores aos preconizados nos manuais das linhagens, sendo de 1.650g para leves e 1.920g para semipesadas, aproximadamente. No entanto, tomando como base o peso final (17ª semana) da fase de crescimento, foi observado que para ambas as linhagens o ganho de peso foi semelhante no final da fase de postura, sendo de 210g para as aves leves e 206g para as aves semipesadas, aproximadamente.

Considerando que o peso corporal da franga ao final da fase de crescimento é um fator importante para o bom desempenho das poedeiras na fase de produção, esperava-se que a influência do nível de fibra na ração sobre o peso corporal das frangas ao final da fase de crescimento tivesse reflexos sobre alguma das variáveis avaliadas na fase de postura. Entretanto, pode-se constatar que as diferenças no peso corporal das frangas na 17ª semana de idade proporcionadas pelos níveis de FDN fornecidos na ração de crescimento não influenciaram a produção, o peso e massa de ovos e a conversão alimentar durante a fase de postura.

Semelhante ao observado na presente pesquisa, Sakomura et. al. (2004) e Barros et. al (2006) relataram que, embora os tratamentos tenham influenciado significativamente o ganho de peso das frangas na fase de crescimento, a produção, o peso e massa de ovos e a

conversão alimentar dessas aves na fase de postura não diferiram significativamente. Entretanto, Araújo et al. (2008) verificaram que a inclusão do farelo de trigo na ração de crescimento promoveu a redução linear no ganho de peso das frangas e as aves mais leves, ao final da fase de crescimento, apresentaram menor produção e a massa de ovos e pior conversão alimentar na fase de postura.

Contudo, observando os dados da literatura foi possível verificar que os efeitos da alimentação na fase de crescimento que resultaram em diferença entre 3 e 5% no peso corporal das frangas ao final desse período (Sakomura et al, 2004; Barros et al, 2006), podem ser compensados na fase subsequente, não afetando o desempenho no período total de produção. Por sua vez, Araújo et al. (2008) registraram diferenças de pesos de 13% entre as frangas ao final da fase de crescimento e verificaram que as aves mais leves apresentaram pior desempenho na fase de produção. Esses fatos podem justificar os resultados obtidos na presente pesquisas para o desempenho na fase de postura, visto que a maior diferença no peso das frangas ao final da fase de crescimento promovida pelo aumento da fibra na ração foi de 3% para as aves leves e de 5% para as aves semipesadas.

Por outro lado, pode-se afirmar que mesmo demonstrando menor peso corporal ao final da fase de crescimento as frangas alimentadas com ração com maior teor de fibra receberam, nessa fase, nutrientes suficientes para não comprometer o desempenho produtivo na fase de postura.

As poedeiras semipesadas apresentaram ovos mais pesados, maiores massa de ovo e melhor conversão alimentar que as poedeiras leves. Considerando que todas as condições foram semelhantes para as linhagens, a diferença para o tamanho dos ovos se deve ao tamanho das aves, dada a correlação positiva entre o peso corporal da poedeira e o tamanho dos ovos produzidos. Por sua vez, o maior peso dos ovos contribuiu para maior massa de ovos das aves semipesadas, visto que a percentagem de postura não variou significativamente entre as linhagens. Por outro lado, como o consumo de ração também não diferiu entre as aves leves e semipesadas, obteve-se melhor conversão alimentar para aves semipesadas, que produziram maior massa de ovo.

Os resultados obtidos com os constituintes e qualidade dos ovos de poedeiras que foram alimentadas com diferentes níveis de FDN na ração de crescimento são apresentados na Tabela 8.

De acordo com a análise estatística dos dados, não houve interação significativa entre os fatores linhagem e nível de FDN sobre os componentes e a qualidade dos ovos.

**Tabela 8.** Componentes e qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) na idade entre a 7ª e 17ª semana.

Linhagem	Níveis de FDN %			Média
	14,5	16,5	18,5	
Gema (%)				
Leve	23,61	23,89	23,42	23,64 <sup>A</sup>
Semipesada	20,66	20,58	22,75	21,33 <sup>B</sup>
Média	22,14 <sup>a</sup>	22,24 <sup>a</sup>	23,09 <sup>a</sup>	
CV (%)	6,94			
Albúmen (%)				
Leve	66,29	65,88	66,74	66,30 <sup>B</sup>
Semipesada	69,30	70,18	67,29	68,92 <sup>A</sup>
Média	67,79 <sup>a</sup>	68,03 <sup>a</sup>	67,02 <sup>a</sup>	
CV (%)	2,47			
Casca (%)				
Leve	10,10	10,23	9,84	10,06 <sup>A</sup>
Semipesada	10,04	9,24	9,96	9,75 <sup>A</sup>
Média	10,07 <sup>a</sup>	9,73 <sup>a</sup>	9,90 <sup>a</sup>	
CV (%)	7,70			
Unidades Haugh				
Leve	97,10	97,16	97,30	97,19 <sup>B</sup>
Semipesada	98,59	99,21	98,80	98,86 <sup>A</sup>
Média	97,84 <sup>a</sup>	98,18 <sup>a</sup>	98,05 <sup>a</sup>	
CV (%)	0,50			
Gravidade Específica				
Leve	1,090	1,088	1,088	1,088 <sup>A</sup>
Semipesada	1,082	1,083	1,079	1,081 <sup>B</sup>
Média	1,086 <sup>a</sup>	1,085 <sup>a</sup>	1,083 <sup>a</sup>	
CV (%)	0,61			

Médias seguidas de letras minúsculas (linha) e maiúsculas (coluna) iguais não diferem entre si pelo teste SNK (5%).

Assim como para as variáveis de desempenho na fase de postura, não foi observado efeito significativo dos níveis de FDN da ração de crescimento sobre os constituintes e a qualidade dos ovos. Barros et al (2006) também observaram que o efeito residual da alimentação recebida pelas frangas em crescimento não influenciaram significativamente as percentagens de gema, albúmen e casca e a gravidade específica dos ovos produzidos por essas aves. Araújo et al. (2008) não verificaram diferenças significativas na gravidade específica dos ovos produzidos pelas aves que foram alimentadas com rações de crescimento com diferentes níveis de farelo de trigo.

Leeson & Summers (1997) afirmam que a proteína, os aminoácidos e o ácido linoléico são os fatores nutricionais mais importantes que afetam o peso do ovo e, conseqüentemente, a proporção dos componentes do ovo. Como no presente estudo, as poedeiras receberam rações formuladas para conter níveis iguais de energia metabolizável, proteína bruta, cálcio, fósforo disponível, sódio, metionina e metionina + cistina, provavelmente, os nutrientes ingeridos pelas aves foram suficientes, para que os componentes e a qualidade dos ovos se mantivessem estáveis.

Na comparação entre as linhagens, observou-se que a porcentagem de casca não diferiu significativamente, porém houve diferença significativa para a porcentagem de gema e albúmen. A maior porcentagem de gema foi obtida nos ovos das aves leves, enquanto a maior porcentagem de albúmen foi obtida nos ovos das aves semipesadas.

O peso do ovo incorpora três componentes: a gema, o albúmen e a casca. A proporção de cada componente está relacionada com o peso do ovo, que é determinada em sua maior parte pela linhagem, através dos resultados dos programas de melhoramento genético que visam aumentar o peso e a produção de ovos nos últimos anos (Akabar et al. 1983, citado por Carvalho et al. 2003).

O aumento do tamanho do ovo em aves de mesma idade pode ser seguido por uma redução na proporção de gema e casca, e um aumento na proporção do albúmen. Isso pode justificar os resultados obtidos para os ovos das aves semipesadas, que foram mais pesados que os produzidos pelas aves leves.

As observações dos componentes dos ovos em função da linhagem são semelhantes às reportadas por Faria et al. (2007). Avaliando a porcentagem de gema e albúmen nas diferentes faixas etárias (25-26, 47-48 e 62-66 semanas de idade) de poedeiras leves (Lohmann LSL) e semipesadas (ISA Brown), esses autores observaram que a porcentagem de gema foi maior nos ovos produzidos por poedeiras leves, porém, a porcentagem de albúmen foi maior para os ovos produzidos por poedeiras semipesadas, em todas as idades avaliadas. Silversides e Scott (2001), ao compararem poedeiras ISA Brown e ISA White entre 28 e 59 semanas de idade, observaram que as aves marrons produziram ovos mais pesados com maiores percentagens de albúmen e menores percentagens de gema do que as poedeiras leves.

No tocante a qualidade dos ovos, observou-se que as aves semipesadas produziram ovos com maior valor de unidades Haugh e menor gravidade específica em relação aos produzidos pelas aves leves.

A medida das unidades Haugh consiste em uma função logarítmica da altura do albúmen do ovo em relação ao seu peso e é o método mais utilizado para medir a qualidade interna dos ovos (Murakami et al., 2007). Segundo Leandro et al. (2005) essa medida pode ser influenciada por diversos fatores como os ligados à ave (idade e genética), à nutrição (matérias-primas, microingredientes) e ao meio (temperatura, armazenamento e manejo do ovo).

Variações entre os valores de unidades Haugh de poedeiras leves e marrons têm sido relatadas na literatura. Barbosa et al. (2008), avaliando a qualidade dos ovos de poedeiras das linhagens Hy-Line (branca e marrom) e Hisex (branca e marrom), observaram diferença entre os valores de UH dos ovos das diferentes linhagens, sendo os maiores valores obtidos para os ovos da linhagem Hy-Line marrom. Entretanto, Silversides e Scott (2001) compararam qualidade interna dos ovos de duas linhagens e concluíram que as poedeiras leves (ISA White) apresentam valores superiores de UH em relação às poedeiras semipesada (ISA Brown).

A gravidade específica (GE) dos ovos apresenta relação direta com o percentual de casca e com a resistência à quebra, sendo utilizada como método indireto na determinação da qualidade da casca. Nesta pesquisa, foram observadas diferenças significativas entre os valores de GE obtidos para as duas linhagens. Os ovos das aves leves apresentaram melhor GE que os das aves semipesadas. Resultados semelhantes foram relatados por Albuquerque et al. (1999), que avaliaram ovos das linhagens Babcock (leve) e Hisex Brown (semipesada) e obtiveram melhores resultados para os ovos das aves leves. Entretanto, na literatura, pode-se encontrar resultados contrários. Lima e Silva (2007) observaram que a GE dos ovos foi melhor para a linhagem semipesada (Lohman Brown) em comparação a leve (Selecta Lohman).



## 5. CONCLUSÕES

O aumento do nível de FDN na ração das frangas entre a 7ª e 17ª semanas de idade reduz a metabolização da energia da ração, levando a redução do ganho de peso e piora da conversão alimentar nessa fase e a obtenção de frangas menos pesadas ao final da fase de crescimento.

O nível de FDN na ração não influencia o desenvolvimento do sistema reprodutor e, sobre o sistema digestório, o aumento da proporção de FDN na ração resulta em o aumento do tamanho relativo dos intestinos das frangas.

As alterações no desempenho e no desenvolvimento dos órgãos do trato digestório promovidas pelo aumento da FDN na ração das frangas são semelhantes para aves da linhagem leve e semipesada.

Independente da linhagem, o aumento do nível de FDN das rações oferecidas para as frangas na fase de 7 a 17 semanas de idade até 18,5% não tem influência na maturidade sexual, no desempenho e na qualidade dos ovos dessas aves na fase de produção.

## 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AERNI, V.; EL-LETHEY, H.; WECHSLER, B. Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. **British Poultry Science**. v.41, p.16–21, 2000.

AKBAR, M.K.; GAVORA, J.S.; FRIARS, G.W.; GOWE, R.S. Composition of eggs by commercial size categories: effects of genetic group, age, and diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 62, p. 925- 933, 1983.

ALBUQUERQUE, R.; M.C.X.; GHION, E.; LIMA, C.G. Efeito de diferentes métodos de descanso forçado sobre o desempenho de poedeiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. Vol.36, n.3, São Paulo, 1999.

ARAÚJO, D.M. **Avaliação do farelo de trigo e enzimas exógenas na alimentação de frangas e poedeiras**. 2005. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias/ Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB, 2005.

ARAÚJO, D.M.; SILVA, J.H.V. Enzimas exógenas em dietas contendo farelo de trigo e outros alimentos alternativos para aves: revisão. **PUBVET**, Londrina, v.2, n.47, art. 453, Nov., 2008.

ARAÚJO, D.M.; SILVA, J.H.V.; ARAUJO, J.A.; TEIXEIRA, E.N.M.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M.L.G. Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.67-72, 2008c.

ARAÚJO, D.M.; SILVA, J.H.V.; MIRANDA, E.C.; ARAUJO, J.A.; COSTA, F. G. P. TEIXEIRA, E. N. M. Farelo de trigo e complexo enzimático na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.843-848, 2008b.

ARRUDA, A.M.V.; PEREIRA, E.S.; MIZUBUTI, I.Y.; SILVA, L.D.F. Importância da fibra na nutrição de coelhos. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 181-190, jan./jun. 2003.

BARBOSA, A.A.; SAKOMURA, N.K.; MENDONÇA, M.O.; FREITAS, E.R.; FERNANDES, J.B.K. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes. **Revista Ars Veterinária**, Jaboticabal, SP, v.24, n.2, 127-133, 2008.

BARROS, L.R.; COSTA, F.G.P.; COSTA, J.S.; SILVA, E.L.; SILVA, J.H.V.; SAKOMURA, N.K.; FILHO, J.J.; OLIVEIRA, C.F.S.; NASCIMENTO, G.A.J.; LIMA NETO, R.C.; BRANDÃO, P.A.; PASCOAL, L.A.F. Níveis de proteína para frangas semipesadas no período de uma a dezoito semanas de idade. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 2, p. 131-141, abr./jun. 2006.

BEDFORD, M.R. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. **Animal Feed Science and Technology**, 53:145-155. 1995.

BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. Enzymes in farm animal nutrition. CABI. Publishing Ed. Finfeeds International, Marlborough, Wiltshire, UK. 2001, p.432.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G.; Metabolismo de carboidratos estruturais In: BERCHIELLI, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. **Nutrição de Ruminantes**, Jaboticabal: FUNEP, 583p, Capítulo 8, 2006, p.183-228.

BRITO, M.S.; OLIVEIRA, C.F.S.; SILVA, T.R.G.; LIMA, R. B.; MORAIS, S. N.; SILVA, J. H. V. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.111-117, 2008.

BRUM, P.A.R.; LIMA, G.J.M.M.; MAZZUCO, H.; FIALHO, F.B.; GUARIENTE, E.M. Efeito do nível de trigo na dieta, percentual de grãos germinados e a forma física da ração sobre o desempenho de frangos de corte. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas; Campinas, SP. Brasil. 1998. 10p.

CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R.M.; LEANDRO, N.S.M.; PÁDUA, J.T.; DEUS, H.A.S.B. Influência da conservação e do período de armazenamento sobre a qualidade interna e da casca de ovos comerciais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Supl. 5, p.100, 2003.

CHOCT, M.; HUGHES, R.J.; WANG, J.; BEDFORD, M.R.; MORGAN, A.J.; ANNISON, G. Increased small intestinal fermentation is partially responsible for the anti-nutritive activity of non-starch polysaccharides in chicken. **British Poultry Science**, Lodon, v.37, p.609-621, 1996.

CLASSEN, H.L. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. **Animal Feed Science Technology**, n. 62, p.21-27, 1996.

CONTE, A.J.; TEIXEIRA, SCHOULTEN, N. A.; A.S.; FIALHO, E.T.; BERTECHINI, A. G. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1147-1156, 2003.

CUPERTINO, E.S.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; DONZELE, J.L.; SCHMIDT, M.; MELLO, H.H.C. Exigência nutricional de metionina+cistina digestíveis para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.38, nº.7, Viçosa, Julho, 2009.

DUNKLEY, K.D.; DUNKLEY, C.S.; NJONGMETA, N.L. Comparison of in vitro fermentation and molecular microbial profiles of high-fiber feed substrates incubated with chicken cecal inocula. **Poultry Science**, v.86, p.801–810, 2007.

EL-LETHEY, H; AERNI, V.; JUNGI, T.W.; WECHSLER, B. Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. **British Poultry Science**. v.41, p.22–28, 2000.

FARIA D.E.; SILVA, F.H.A; RIZZO, M.F.; SAKOMOTO, M.I.; ARAUJO, L.F.; JUNQUEIRO, O.M. Sólidos totais e rendimento dos componentes dos ovos de poedeiras brancas e marrons. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 29, n. 2, p. 173-177, 2007.

FARIA FILHO, D.E.; SAKOMURA, N.K.; JUNQUEIRA, O.M. Utilização de trigo em grão ou moído em dietas para frango de corte. **Revista Brasileira de Ciências Avícola**. v.3 n.2 Campinas maio/ago. 2001

FAVERO, F. **Aspectos físicos da ração e suas implicações no desempenho, digestibilidade e desenvolvimento do trato gastrintestinal de perus**. 2009. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias/Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

FREITAS, E.F.; SAKOMURA, N.K.; GONZALEZ, M.M.; BARBOSA, N.A.A. Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.5, p.509-512, maio 2004.

FREITAS, F.B.; ZANELLA, I.; CARVALHO, A.D.; RABER, M.R.; BRUM JÚNIOR, B.S.; SOUZA, J.F.; FRANCO, S.S.; ROSA, A.P. Avaliação de complexo multienzimático com níveis de trigo para poedeiras na fase de recria. **ARS VETERINARIA**, Jaboticabal, SP, Vol. 21, nº 1, 2005.

GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; VALENCIA, D.G.; LÁZARO, R.; MATEOS, G.G. Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. . **Poultry Science**. v.86, p.1705–1715, 2007.

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**. v.11, p.104–110. 2002.

HAZELWOOD, R. L. Carbohydrate metabolism. In: STURKIE, P. D. **Avian physiology**. New York: Spring-Verlag, 1986. p. 303-325.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble no-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v.60, n. 4, p.415-422, 2004.

HETLAND, H.; SVIHUS, B. Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. **British Poultry Science**. v.42, p.354–361, 2001.

HETLAND, H.; SVIHUS, B.; CHOCT, M. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. **Journal of Applied Poultry Research**. v. 14, p.38-46, 2005.

HETLAND, H.; SVIHUS, B.; KROGDAHL, A. Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. **British Poultry Science**. v.44, p.275–282, 2003.

IJI, P.A. The impact of cereal non-starch polysaccharides on intestinal development and function in broiler chickens. **World's Poultry Science Journal**, Columbus, v.55, p.375-387, 1999.

JADHAO, S.B.; TIWARI, C.M.; KHAN, M.Y. Efficiency of utilization of energy from maize- and broken rice-based diets in old White Leghorn and Rhode Island Red laying hens. **British Poultry Science**. v.40, p.275–283, 1999.

JANSSEN, W.M.M.A.; CARRÉ, B. Influence of fiber on digestibility of poultry feeds In: COLE, D.J.A.; HARESIGN, W. (Eds.) **Recent developments in poultry nutrition**. London: Butterworths, 1989. p.78-93.

JERACI, J.L.; VAN SOEST, P.J. Improved methods for analysis and biological characterization of fiber. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, New York, v.270, p.245-263, 1990

JORGENSEN, H.; ZHAO, X.-Q.; KNUDSEN, K.E.B.; EGGUM, B.O. THE INFLUENCE OF dietary fiber source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, London, v.75, p.379-395, 1996a.

JORGENSEN, H.; ZHAO, X-Q.; EGGUM, B. O. The influence of dietary fibre and environmental temperature on the development of the gastrointestinal tract, digestibility, degree of fermentation in the hind-gut and energy metabolism in pigs. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.75, p.365-378, 1996b

LAURENTIZ, A.C; SCANDOLERA, A.J. Utilização de dietas com altos níveis de fibra bruta na alimentação de aves e suínos. *Disciplina: análise de alimentos I*. Jaboticabal, SP, Julho, 2000.

LEANDRO, N.S.M.; DEUS, H.A.B.; STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; ANDRADE, M.A.; CARVALHO, F.B. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 2, p. 71-78, 2005.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Comercial poultry nutrition**.2.ed. Ontario: University Books, 1997. 350p.

LIMA, M.R.; SILVA, J.H.V. Efeito da relação lisina:arginina digestível sobre o desempenho de poedeiras comerciais no período de postura. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.1, n.4, p.118-124, 2007

LIMA, M.R; SILVA, J.H.V; ARAÚJO, J.A., LIMA, C.B.; OLIVEIRA, E.R.A. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.1, n.4, p.99-110, 2007.

LIU, G.; DUNNINGTON, E.A.; SIEGEL, P.B. Correlated Responses to long-term Divergent Selection for Eight-Week Body Weight in Chickens: Growth, Sexual Maturity, and Egg Production. **Poultry Science**, v.74, p.1259-1268, 1995.

MAES, C.; VANGENEUGDEN, B.; DELCOUR, J.A. Relative activity of two endoxylanases towards water-unextractable arabinoxylans in wheat bran. **Journal of Cereal Science**, v.39, p.181-186, 2004.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p.

MELLO, V.D.; LAAKSONEN, D.E. Fibras na dieta: tendências atuais e benefícios à saúde na síndrome metabólica e no diabetes melito tipo 2. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia, vol.53, n.5, São Paulo, Julho, 2009.

MORETTI, C.S. Pontos críticos na recria e produção de poedeiras comerciais. In: **Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola**, 1992, Santos.

MORGADO, E.; GALZERANO, L. A Importância dos Carboidratos na Alimentação dos. REDVET - Revista Eletrônica de Veterinária: 2008, Vol. IX, Nº 10. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101008/101008.pdf>. Acessado em 15 out. 2009.

MORO, M.E.G.; ARIKI, J.; MALHEIROS, E.B. Avaliação dos níveis de proteína da dieta sobre a idade à maturidade sexual e produção de ovos de perdiz (*Rhynchotus rufescens* Temminck). **Acta Scientiarum Maringá**, v. 24, n. 4, p. 997-1000, 2002.

MURAKAMI, A.E.; KIRA, K.C.; OLIVEIRA, A.M.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N.; SCAPINELLO, C. Influência dos níveis protéicos na fase de cria e rescia de frangas de reposição sobre o desempenho produtivo na fase de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.955-958, 1997

MURAKAMI, A. E.; FERNANDES, J. I. M.; SAKAMOTO, M. I.; SOUZA, L. M. G.; FURLAN, A. C. Efeito da suplementação enzimática no desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. . **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 29, n. 2, p. 165-172, 2007.

NAGASHIRO, C. Enzimas na nutrição de aves. In: CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2007, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 2007. p. 307-327.

NEME, R.; SAKOMURA, N.K.; FIALHO, F.B.; FREITAS, E.R.; FUKAYAMA, E.H.. Modelling energy utilization for laying type Pullets. **Revista Brasileira Ciências Avícola**, v.7, n.1, Campinas Jan./Mar. 2005

NEME, R.; SAKOMURA, N.K; FUKAYAMA, E.H.; FREITAS, E. R.; FIALHO, F. B.; RESENDE, K. T.; FERNANDES, J. B. K. Curvas de crescimento e de deposição dos componentes corporais em aves de postura de diferentes linhagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1091-1100. 2006.

NEUMANN, M. Avaliação, composição, digestibilidade e aspectos metabólicos da fibra. Porto Alegre, UFRGS, 2002. 34p. (Seminário apresentado na disciplina de bioquímica do tecido animal do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinária da UFRGS). Disponível em: [www.ufrgs.br/favet/bioquimica/posgrad/BTA/fibra.pdf](http://www.ufrgs.br/favet/bioquimica/posgrad/BTA/fibra.pdf). Acesso em: 22 mar. 2003.

PANIGRAHI, S. Effects of different copra meals and amino acid supplementation on broiler chick growth. **British Poultry Science**. v. 33, p. 683-687, 1992.

PIENIZ, L.C.; ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; GUARIENTI, E.M. Trigo em substituição ao milho em rações para frangos de corte. In: 33ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Fortaleza, CE. Brasil. 1996. 94-95p.

PINHEIRO, C.C. **Efeitos da fibra e da suplementação com enzimas exógenas sobre a digestibilidade de dietas para frangos de corte formuladas à base de soja.** Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária/Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

ROBERTS, S.A.; XIN, H.; KERR, B. J.; RUSSELL, J. R.; BREGENDAHL, K. Effects of dietary fiber and reduced crude protein on ammonia emission from laying-hen manure. **Poultry Science**. v.86, p.1625–1632, 2007a

ROBERTS, S.A.; XIN, H.; KERR, B.J.; RUSSELL, J.R.; BREGENDAHL, K. Effects of dietary fiber and reduced crude protein on nitrogen balance and egg production in laying hens. **Poultry Science**. v.86, p.1716–1725. 2007b.

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. **Curso de Especialización**. Barcelona: FEDNA, p.229 – 239, 1998.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2ª Ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

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

SAKOMURA, N.K.; BENATTI, M.R.B.; BASAGLIA, R.; NEME, R.; LONGO, F. A. Avaliação de equações de predição de exigências energéticas na alimentação de frangas de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.575-584, 2004.

SAS Institute. **SAS Users guide: Statistics.** Version 8. Carry, NC, 2000.

SCHEIDELER, S. E.; JARONI, D.; PUTHPONGSIRIPRON, U. Strain, fiber source, and enzyme supplementation effects on pullet growth, nutrient utilization, gut morphology, and subsequent layer performance. **Journal of Applied Poultry Research**, v.7, p.359-371. 1998.

SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C.; YOUNG, R.J. **Nutrition of the chicken.** 3.ed. Ithaca: M.L. Scott & Ass., 1982. 562p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3ª Ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 165p.

SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, v.80, p.1240-1245, 2001.

SUCUPIRA, F.S. Feno da folha de leucena na alimentação de poedeiras. Dissertação (mestrado em Zootecnia). Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará. 2008.

SUMMERS, J.D. Alimentação de poedeiras para máxima produtividade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NÃO-RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1992. p.221-229.

VALERIO, S.R.; SOARES, P.R.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, M.A.; ALBINO, L.F.T.; LANA, G.R.Q.; GOULART, C.C.; KILL, J.L. Determinação da Exigência Nutricional de Treonina para Poedeiras Leves e Semipesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.29, nº.2, Viçosa Março/Abril 2000.

VAN SOEST P.; WINE R.H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. *Journal of the Official Agricultural Chemists* 50, 50-55, 1967.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca, NY: Cornell Univ. Press, 1994.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. **Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition.** *Journal of Dairy Science*, Cambridge, v.74, p.3583-3597, 1991.

VARGAS, G.D.; BRUM, P.A.R.; FIALHO, F.B.; BORDIN, R.A.; DIONELLO, N.J.L.; RUTZ, F. Efeito do nível de trigo na dieta e do percentual de grãos germinados sobre a qualidade dos pellets e a qualidade de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7 n. 2, p. 159-161, mai-ago, 2001.

VIEIRA, S.L. Carboidratos: digestão e absorção. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES,E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** 2ª Ed. Jaboticabal: FUNEP, 375p., Capítulo 9, 2002, p.125-133.

VIOLA, E.S.; LECZNIESKI, J.; VUADEN, E.; KESLLER, A.M.; PENZ, A.M.J. Níveis de substituição de milho por trigo em dietas de frangos de corte nas fases de 1 a 21, 21 a 42 e 1 a 42 dias de idade. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas. Curitiba, PR. Brasil. 1996. 46p.

WARNER, A. C. I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. **Nutrition Abstract Revision**, v. 51, n. 12, p.: 789 – 975. 1981

WARPECHOWSKI, M.B. **Efeito do nível e fonte de fibra sobre a concentração e a utilização da energia metabolizável de dietas para frangos de corte em crescimento.** Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ZHAO, X.; JORGENSEN, H.; EGGUM, B. O. The influence of dietary fibre on body composition, visceral organ weight, digestibility and energy balance in rats housed in different thermal environments. **British Journal Nutrition**, v.73, n.5, p.687-699, 1995.