

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

**CARLOS EDUARDO BRAGA CRUZ**

**NÍVEIS DE FIBRA NA RAÇÃO DE RECRIA (7 A 17 SEMANAS DE IDADE) E  
SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E QUALIDADE ÓSSEA DE DUAS  
LINHAGENS DE POEDEIRAS**

**FORTALEZA**

**2011**

**CARLOS EDUARDO BRAGA CRUZ**

**NÍVEIS DE FIBRA NA RAÇÃO DE RECRIA (7 A 17 SEMANAS DE IDADE) E  
SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E QUALIDADE ÓSSEA DE DUAS  
LINHAGENS DE POEDEIRAS**

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 (a): Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas

**FORTALEZA**

**2011**

**CARLOS EDUARDO BRAGA CRUZ**

**NÍVEIS DE FIBRA NA RAÇÃO DE RECRIA (7 A 17 SEMANAS DE  
IDADE) E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E QUALIDADE ÓSSEA  
DE DUAS LINHAGENS DE POEDEIRAS**

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.

**Aprovada em : 21/02/2011**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Orientador)**  
**Universidade Federal do Ceará – UFC**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Irani Ribeiro Vieira Lopes (Conselheira)**  
**Universidade Federal do Ceará – UFC - Cariri**

---

**Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento (Conselheiro)**  
**Universidade Federal do Ceará - UFC**

*Aos meus pais Tarcisio Cruz e Maria de Jesus Braga Cruz, pelo apoio e exemplo de força e dignidade durante todos os momentos da minha vida.*

*À minha esposa Eveline Viana Salgado Cruz, pelo amor, compreensão, dedicação e principalmente pelo exemplo de perseverança em superar as dificuldades.*

*À minha filha Maria Eduarda Salgado Cruz, pelos sorrisos que depois de um dia de cansaço, me davam forças para continuar e acreditar em um amanhã de realizações.*

*Aos meus irmãos Marcio Kleber, Cristianne e Adrienne, pelo companheirismo e palavras profetizadas nos momentos de desânimos.*

*Aos meus sogros Francisco Salgado e Maria Leonor Viana Salgado, por tantas vezes que deixaram de viver suas vidas para viverem a nossa.*

#### **DEDICO**

*Ao Prof. Ednardo Rodrigues Freitas, pela orientação nessa etapa de vida e seus ensinamentos profissionais.*

*À Prof.<sup>a</sup> Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima, por todo apoio e exemplo de profissional.*

#### **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, pelo dom da paciência, prudência e sabedoria recebido diariamente todos os dias da minha vida.

Aos meus pais, pela dedicação, renúncia, amor e exemplo de família.

A minha esposa que por tantas vezes superou meu mau humor e cansaço, somente pelo amor dedicado a mim e nossa filha. E pelo exemplo de mulher, corajosa, guerreira e acima de tudo amiga.

A minha filha que muitas vezes teve que conviver com minha ausência.

Aos meus irmãos pelo carinho, cumplicidade e amor.

Aos meus sogros pela dedicação, apoio e ajuda com minha filha nos momentos de ausência.

Ao meu orientador pela confiança e exemplo de competência e profissionalismo.

Ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará – UFC, pela oportunidade da realização do Curso de Mestrado em Zootecnia.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo e apoio financeiro para execução dessa pesquisa.

Ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA), pela realização das análises químicas, em especial às Funcionárias Roseane e Helena, que contribuíram neste trabalho com suas experiências e conhecimento profissional.

Ao Laboratório de Mecânica e Pavimentação dos Solos, pela realização das análises de resistência a quebra dos ossos, em especial aos funcionários Carlos e Roberto, que com paciência me ajudaram no manuseio da prensa mecânica.

Ao setor de avicultura representado pelo Isaías, Cláudio, Paulo e Marcos, que sempre estavam dispostos a ajudar, com isso contribuíram muito para a execução do experimento.

Ao funcionário Manin (SERVAL), pela alegria, cuidado e limpeza da famosa salinha do aviário, onde muitas vezes preparamos nossas refeições e estudamos muito.

Ao funcionário Olavo Bastos da Fábrica de Ração, pela ajuda imprescindível no momento de preparar as rações e ao Francisco que muitas vezes nos momento de cansaço aparecia com aquela famosa água de coco.

À minha avó Rita Mota Braga, por ter ficado meses sem seu pilão para que fosse possível a execução da quebra dos ossos do experimento, meu muito abrigado.

Aos meus padrinhos Emanuel de Sousa Neto e Maria de Fátima, pela ajuda financeira e por tantos conselhos valiosos.

Aos estudantes de Graduação, Regina Patrícia, Nádja, Jayron e Newton, pela incansável ajuda durante toda realização do experimento, meus anjos enviados por Deus, sem vocês tudo teria sido mais difícil. Meu muito obrigado!

Aos amigos da Pós-Graduação que muitas vezes compartilhamos momentos alegres e momentos difíceis.

Ao amigo Rafael Carlos Nepomuceno, Francisco Gilney e Karine Rocha, pela amizade e companheirismo.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação da UFC, pelos ensinamentos e amizade conquistada nesse período do mestrado.

Aos professores do Departamento de Economia Agrícola da UFC, Saeed, Irlés Mayorga, Cassimiro e Patrícia Verônica pela amizade e ensinamentos.

A todos que contribuíram e ainda contribuem para minha felicidade e realização profissional.

**“Grandes realizações não são feitas de impulsos,  
mas por uma soma de pequenas realizações.”**

*Vicente Van Gogh*

## **NÍVEIS DE FIBRA NA RAÇÃO DE RECRIA (7 A 17 SEMANAS DE IDADE) E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E QUALIDADE ÓSSEA DE DUAS LINHAGENS DE POEDEIRAS**

**RESUMO** - Com o objetivo de avaliar os efeitos dos níveis de fibra em detergente neutro (14,5; 16,5; 18,5% de FDN) na ração de crescimento (7<sup>a</sup> a 17<sup>a</sup> semanas de idade) sobre a qualidade óssea de poedeiras leves e semipesadas, 840 frangas 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 35 aves. Durante essa fase, semanalmente, as aves e a ração foram pesadas e, na 17<sup>a</sup> semana, foram selecionadas duas aves por parcela para serem sacrificadas e retirada das coxas e sobrecoxas, que após desossadas forneceram os ossos, fêmur e tíbia, para mensuração do comprimento, peso, Índice de Seedor, resistência e deformidade. 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, totalizando 336 aves. Para avaliar a qualidade óssea das poedeiras, foi realizado o abate de uma ave por parcela na 35<sup>a</sup> semana de idade, sendo adotado os procedimentos da fase anterior. Conforme a análise dos dados não houve interação significativa entre os fatores nível de FDN e linhagem para todas as variáveis avaliadas nas diferentes fases. O nível de FDN da ração não influenciou significativamente o crescimento, a qualidade e a composição dos ossos, ao final da fase de crescimento e na fase de postura, bem como, a qualidade da casca dos ovos produzidos. Quanto ao efeito da linhagem, as aves semipesadas apresentaram fêmures e tíbias maiores e mais pesados, com maior Índice de Seedor e menor deformidade, teor de cinzas e proteína que as aves leves. Entretanto, a resistência não variou significativamente entre as linhagens. As aves leves apresentaram melhores medidas de qualidade da casca. As rações destinadas à alimentação das frangas na fase crescimento podem conter até 18,5% de FDN sem que ocorram problemas no desenvolvimento e na qualidade óssea das poedeiras.

**Palavras Chaves:** alimento alternativo, índice de Seedor, resistência óssea

**LEVELS OF FIBER IN DIETS OF REARING (7 TO 17 WEEKS OF AGE) AND  
THEIR EFFECTS ON GROWTH AND BONE QUALITY OF TWO LINEAGES OF  
LAYING HENS**

**ABSTRACT** – Our objective was to evaluate the effects of levels of neutral detergent fiber (14.5, 16.5, 18.5% NDF) in the growing ration (7<sup>a</sup> to 17<sup>a</sup> week of age) on bone quality of light and semi-heavy birds, this way 840 birds were distributed in a completely randomized with a factorial design 2 x 3 (two lines x three levels of NDF) with four replicates of 35 birds. During this phase, weekly, feed the birds were weighed, and at 17 weeks, two birds were selected per plot to be sacrificed and to remove thighs and drumsticks, which after remove the bones supplied femur and tibia for measuring length, weight, index Seedor, resistance and deformity. At the end of the growth phase the birds were transferred to the laying house, keeping the same experimental design, each plot consisted of 14 birds, totaling 336 birds. To evaluate the bone quality of laying hens, a bird was killed of per plot at 35 weeks of age, and adopted the procedures of the previous phase. As the data analysis no significant interaction between the factors NDF level and lineage for all variables at different stages. The NDF level of the diet did not significantly influence the growth, bones composition and quality in growing and laying phases. Regarding the effect of lineage, semi-heavy birds showed larger and heavier femurs and tibia, with higher Seedor index and lower deformity, ash and proteins than light birds. However, resistance did not vary significantly among lineages. Light birds had better measures of shell quality. The rations used for feeding of pullets in the growing phase may contain up to 18.5% NDF without problems occur in development and bone quality of laying hens.

**Keywords:** alternative feed, Seedor index, bone strength

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais utilizadas para poedeiras comerciais na fase de crescimento e postura..... 28
- Tabela 2.** Efeito dos diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) da ração de crescimento (7<sup>a</sup> e 17<sup>a</sup> semana de idade) sobre a qualidade e composição óssea do fêmur e da tíbia de poedeiras leves e semipesadas na 17<sup>a</sup> semana de idade. .... 33
- Tabela 3.** Efeito dos diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) da ração de crescimento sobre a qualidade e composição óssea do fêmur e da tíbia de poedeiras leves e semipesadas na 35<sup>a</sup> semana de idade. .... 36
- Tabela 4.** Efeito dos diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) sobre o peso do ovo (g), Gravidade específica, e Casca (%) dos ovos de poedeiras leves e semipesadas na 35<sup>a</sup> semana de idade..... 39

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
2.1 A importância da formação da franga para produção de ovos .....	13
2.2 Crescimento e desenvolvimento do tecido ósseo nas aves. ....	15
2.3 Fatores que podem influenciar a qualidade óssea das poedeiras .....	17
2.4 Nutrição e formação óssea. ....	19
2.5 Definição e características da fibra. ....	20
2.6 Quantificação das frações fibrosas dos alimentos para aves. ....	21
2.7 Efeitos da fibra na alimentação de aves. ....	23
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>27</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Têm sido constantes os relatos de que os problemas ósseos das poedeiras são responsáveis por perdas econômicas devido ao aumento da mortalidade com as fraturas e a má qualidade das cascas dos ovos. Este cenário tornou evidente que na formação de uma poedeira moderna o desenvolvimento e a qualidade dos ossos são importantes.

Entre os fatores que podem interferir na obtenção de frangas com a qualidade desejada para o início da postura, pode-se destacar a necessidade de um programa de alimentação que permita o adequado desenvolvimento ósseo e muscular na fase de recria, pois alterações na nutrição podem ter influências diretas no crescimento e qualidade dos ossos das aves (Rath et al. 2000).

Nas rações de crescimento para poedeiras, tem sido comum a inclusão de alimentos fibrosos. Essa prática objetiva manter a densidade da ração baixa, aumentando o tempo gasto com alimentação e, assim, evita-se ganho de peso excessivo (Scheideler et al., 1998) e reduz-se as perdas de aves por canibalismo (Aerni et al., 2000; El-Lethey et al., 2000).

Embora, aparentemente, essa prática tenha benefícios, existem outras preocupações quanto aos seus efeitos. Rath et al. (2000), relataram que níveis mais elevados de fibra na ração das aves podem reduzir a absorção de cálcio no intestino levando a uma hipocalcemia sanguínea que, por sua vez, pode contribuir para uma redução do desenvolvimento ósseo ou da resistência óssea. Entretanto, para Gonzáles-Alvarado et al. (2007), a concepção tradicional de que as aves devem receber rações com pouca fibra para evitar redução digestibilidade de nutrientes e no desempenho deve mudar, visto que, a inclusão moderada de fibra na ração pode ter benefícios no desempenho das aves.

Vários métodos têm sido utilizados para quantificar a fração fibrosa dos alimentos e o uso do conceito de fibra bruta para aves dominou as preocupações dos nutricionistas na formulação. Atualmente, a determinação da fibra detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) tem se tornado comuns nos laboratórios brasileiros, contribuindo para avaliar os efeitos dessas frações no desempenho animal. Segundo Jeraci e Van

Soest (1990), a FDN pode ser uma medida importante para a caracterização dos efeitos da fibra das rações para aves, em relação às outras duas.

Diante do exposto, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos dos níveis de FDN das rações de crescimento (7<sup>a</sup> a 17<sup>a</sup> semana) sobre a qualidade óssea de poedeiras leves e semipesadas ao final da fase de crescimento e na fase de postura.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A importância da formação da franga para produção de ovos**

A avicultura industrial divide-se basicamente em aves para produção de ovos e para produção de carne. A evolução da criação de poedeiras comerciais foi bastante substancial nos últimos anos, tendo como principais fatores, o avanço da genética, nutrição e manejo, sendo os maiores avanços obtidos em decorrência da precocidade para iniciar a postura resultando em 10 a 15 ovos a mais por ave (Lima Neto et al., 2006).

Segundo Sugeta et al. (2002), a antecipação da idade de postura do primeiro ovo resultou em diminuição do período de crescimento, provocando provavelmente alterações nas exigências nutricionais. Entretanto, a boa formação da franga através de programas nutricionais e de manejo adequado é essencial para um bom retorno econômico na fase de produção.

As poedeiras comerciais a cada ano tornam-se mais precoces e mais exigentes. 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 postura, também podem apresentar outros problemas, como por exemplo, a alta incidência de fadiga de gaiola, pico de postura inconsistente, aumento da histeria das aves e aumento do prolapso de oviduto e canibalismo (Leeson e Summers, 2005).

Para atingir a maturidade sexual, é importante que o fornecimento de nutrientes seja adequado, dando condições para bom desenvolvimento corporal, empenamento e formação do aparelho reprodutor, evitando redução no crescimento da ave e um menor acúmulo de minerais no esqueleto, de onde em fases posteriores serão retirados minerais para produção da casca do ovo. Assim, o consumo de ração deve ser estimulado para que a ave não apresente menor peso corporal e, conseqüentemente,

menos reservas energéticas, as quais serão imprescindíveis nos momentos mais críticos da produção (Moretti, 1992).

Segundo Leeson e Summers (1997), as aves que possuem reservas energéticas próximo ao pico de produção são menos susceptíveis a problemas de falta de energia para suportar seu estado fisiológico. Além disso, há um conceito de que as frangas mais precoces atingem um limite de massa corporal e iniciam a produção, quando alcançam idade fisiológica mínima, enquanto as aves mais tardias não possuem a massa corporal requerida para a produção nessa mesma idade. Assim, as aves que apresentarem peso corporal ideal ou pouco acima do recomendado poderão ser mais precoces e mais produtivas.

De acordo com Sakomura et al. (2004) o peso corporal da franga mais elevado ao início de postura pode ser fator positivo, desde que não alcance níveis muito altos, uma vez que o limite entre peso corporal ideal e a obesidade da ave é pequeno. O alto peso corporal pode comprometer o desempenho produtivo das aves, pois a gordura pode envolver órgãos vitais e prejudicar a produção (Scott et al. 1982).

Em uma revisão sobre as estratégias de alimentação para frangas, Kwakkel (1999) constatou que as empresas fornecedoras de material genético enfatizavam a importância das aves atingirem o chamado "peso alvo", tornando-se aptas à produção. Segundo esse autor, as relações fisiológicas entre o peso alvo e a produção não são precisas e o peso corporal servia apenas como ferramenta para avaliar a fase de crescimento sob condições práticas.

Leeson e Summers, (1989) relataram que ao atingir a maturidade sexual, as frangas necessitam, além de peso corporal adequado, de uma composição de carcaça ideal, levando em consideração tanto a massa magra, como a composição de gordura, pois ambos parecem ter efeito no peso do ovo (Leeson e Summers, 1997). Apesar de alguns estudos indicarem que a ração fornecida às aves pode influenciar a composição corporal, maturidade sexual e produção de ovos (Summers et al., 1987), ainda não existem bons métodos para avaliar corretamente a composição corporal de frangas, por isso é dada mais ênfase ao peso corporal (Leeson e Summers, 1997).

Conforme Lawrence e Fowler (1997), em relação ao crescimento dos diferentes tecidos, nas aves ocorre inicialmente crescimento do tecido nervoso seguido do ósseo, muscular e adiposo. Esta seqüência determina o destino dos nutrientes no

corpo do animal, sendo fundamental conhecer o peso e ou idade em que a taxa de crescimento é máxima para cada tecido. Dessa forma, a criação de frangas de postura é dividida em fases, que se baseiam no grau de alterações fisiológicas que estão relacionadas com a formação do tecido nervoso e esquelético, empenamento, maturidade sexual, características determinantes para a formação da estrutura e peso corporal das aves e qualquer alteração no crescimento das frangas poderá comprometer o desempenho dessas aves na fase de produção (Sakomura, 1996). Assim, o crescimento multifásico das linhagens modernas de poedeiras exige que se tenha preocupações nutricionais específicas em cada fase (Martins, 2000).

A fase de recria é considerada tradicionalmente a partir dos 42 dias de idade até o início da 17ª semana de idade, é marcada pelo desenvolvimento ósseo e do sistema reprodutor (Brito, 2005). De acordo com Faria e Rombola (2003) a maior proporção do crescimento das frangas ocorre na fase de recria, quando comparada a fase inicial (desenvolvimento dos órgãos) e final (desenvolvimento do sistema reprodutor). No período de 7 a 12 semanas, ocorre incremento de 44% no peso corporal, devido ao desenvolvimento do esqueleto (Brito, 2005). Dessa forma a nutrição nessa fase voltada para uma boa formação óssea deveria receber atenção especial.

## **2.2 Crescimento e desenvolvimento do tecido ósseo nas aves.**

O osso tem um papel crucial no crescimento e desenvolvimento normal dos animais vertebrados. O desenvolvimento dos ossos e músculos deve estar associado, para que ocorra um bom desenvolvimento do animal, com boa sustentação e desenvolvimento muscular. Acredita-se que alguns fatores relacionados com os nutrientes (toxidade, deficiência e desbalanceamento), genética, patógenos, micotoxinas e práticas de manejo afetam diretamente o crescimento e o desenvolvimento normal do tecido ósseo (Cook, 2000).

Existem dois processos de desenvolvimento de ossos: formação óssea intramembranosa e a formação óssea endocondrial. Os mecanismos celulares são idênticos em ambos os processos, com a formação óssea intramembranosa sendo responsável pela forma definitiva de um número limitado de ossos que não são pré-formados por cartilagem. A formação óssea endocondral envolve

as atividades responsáveis pela formação dos ossos que suportam peso e também são responsáveis pelo alongamento da massa óssea durante o crescimento. A adição contínua de cartilagem e sua posterior substituição por osso são a essência do processo de alongamento (Howlet, 1980; Banks, 1991; Thorp, 1992; Almeida Paz et al., 2005).

O osso é um tecido dinâmico constituído de aproximadamente 70% de minerais, 22% de proteína e 8% de água (Pizauro Jr, 2002), influenciado por fatores físicos, nutricionais e fisiológicos, composto de uma fase extracelular, que é formada, mantida e remodelada por três tipos de células: osteoblastos, osteócitos e osteoclastos. Esses elementos são responsáveis pela síntese da matriz óssea e mineralização, são determinantes para os fatores químicos, geométricos e resistência óssea (Rath et al., 2000).

Os osteoblastos são células formadoras do tecido ósseo que se originam localmente a partir de células troncos mesenquimais. Os osteoblastos sintetizam e secretam matriz orgânica contendo colágeno tipo I. Além de sintetizarem matriz óssea, osteoblastos também sintetizam várias proteínas, como a fosfatase alcalina e osteocalina, bem como produzir inúmeros fatores regulatórios, tais como prostaglandinas, citosinas e fatores de crescimento, que estimulam a formação, bem como a reabsorção óssea (Liu, 2000). Os osteoblastos secretam matriz orgânica intracelular ao seu redor e ao redor dos prolongamentos citoplasmático que atuam como moldes para a formação dos túneis conhecidos como canalículos. Esses túneis têm a função de fornecer um meio de comunicação entre os osteoblastos adjacentes e a superfície do osso que está sendo formada. Eles permitem a passagem de fluídos dos vasos capilares para o tecido ósseo, troca de nutrientes entre as células da matriz e a matriz intercelular bem como a troca de nutrientes entre matriz, fluido do osso e fluido extracelular (Sandy et al., 1996; Gay et al., 2000).

O osteócito é um osteoblasto maduro aprisionado dentro da matriz óssea. É o responsável pela manutenção desta, pois possui a capacidade de sintetizar e de reabsorver a matriz óssea em uma extensão limitada. Cada osteócito ocupa um espaço, ou lacuna, dentro da matriz da qual partem canalículos ou prolongamentos que estabelecem contato com as células adjacentes (Sandy et al., 1996).

O crescimento do esqueleto e a modelagem do osso em aves são regulados por uma complexa interação entre o potencial genético do animal, o ambiente e a

nutrição (Watkins et al., 2001). Um dos principais determinantes da resistência óssea é o crescimento, porque aumenta a massa óssea e a resistência é proporcional a sua massa (Frost, 1997; Seeman, 1999).

O intenso metabolismo de reabsorção óssea, principalmente no início de postura, é responsável por mortalidade significativa neste período e a má formação óssea na recria parece ser um fator que está intimamente ligado a essas perdas (Whitehead, 2004; Rath et al., 2000).

### **2.3 Fatores que podem influenciar a qualidade óssea das poedeiras**

A nutrição é fundamental para a manutenção da saúde do esqueleto, pois quando os minerais não estão em quantidades adequadas na alimentação, sua concentração é geralmente baixa nos tecidos, podendo assim ocasionar problemas na qualidade óssea e ou na qualidade da casca do ovo. Entretanto, fatores diferentes dos nutricionais como os genéticos, atividade física e formação do ovo estão relacionados com a formação estrutural e qualidade do osso. (Lukié et al., 2009).

Os fatores genéticos são determinantes na resistência óssea. Diversos estudos com seres humanos e outras espécies demonstram que a resistência óssea está relacionada com fatores hereditários (Boskey et al., 1999). Os defeitos genéticos que causam enfraquecimento dos ossos em aves domésticas não são conhecidos, embora a discondroplasia tibial tenha mostrado que pode ser também hereditária (Leach e Nesheim, 1965; Wong-Valle et al., 1993) e poderia indiretamente, contribuir para a fraqueza óssea em aves poedeiras durante o início do período de crescimento (Rath et al., 2000 e Whitehead, 2004).

Nestor e Emmerson (1990), trabalhando com diferentes linhagens de perus, demonstraram que as aves com melhor capacidade de andar tiveram maior peso corporal, como consequência, talvez, de melhor consumo de ração. Segundo os pesquisadores, isso sugere, indiretamente, que as aves com pesos superiores podem ter ossos mais fortes.

Riczu et al. (2004) avaliaram a qualidade óssea ao final do ciclo de produção de poedeiras de ovos brancos (Shaver 2000) e marrons (Shaver 579) e

constaram que as poedeiras marrons apresentaram fêmures com comprimento semelhante ao das poedeiras de ovos brancos, enquanto, o peso e a resistência à quebra foram superiores. Conforme os autores, o maior peso do fêmur das aves marrons indica que a espessura total do osso é maior nestas aves e sugere uma maior quantidade de tecido ósseo no mesmo comprimento, aumentando a sua densidade e, conseqüentemente, a resistência óssea.

Os ossos se adaptam às mudanças na carga física e atividades por conta da modelagem e remodelação óssea (Rath et al., 2000). A resistência e a massa óssea aumentam de acordo com uso (Lanyon, 1993), ou seja, as aves criadas em sistema de piso apresentam uma maior resistência óssea, devido a capacidade das aves se movimentarem mais. Com a criação moderna em sistema de gaiolas, onde o espaço é reduzido, as poedeiras apresentam mais problemas de fadiga de gaiola, canibalismo e problemas relacionados ao esqueleto (Rath et al., 2000 e Whitehead, 2004).

Alguns estudos com aves produtoras de ovos têm demonstrado a importância da atividade física para aumentar a resistência óssea (Whitehead, 1996; Newman e Leeson, 1997). Assim, alternativas de desenhos de gaiolas para facilitar a prática de exercício físico, tem sido consideradas para melhorar resistência óssea de poedeiras (Rowland e Harms, 1970; Newman e Leeson, 1997). Newman e Lesson (1999) relataram que a transferência de galinhas das gaiolas para o piso, pode estimular a formação estrutural do osso e inibir a reabsorção. No entanto, uma mudança poderia também ser explicada por uma inibição da produção de ovos induzido pela mudança de ambiente (Whitehead, 2004).

No que se refere à produção de ovos e a resistência óssea, Whitehead (2004), relatou uma alta correlação entre as aves que permanecem em produção contínua, e com altos níveis de estrogênios impedindo a formação estrutural do osso. Esse autor relata ainda que o principal fator na determinação do grau de osteoporose é o tempo em que a ave fica em produção contínua e não o número exato de ovos produzidos nesse período.

## 2.4 Nutrição e formação óssea.

Segundo Rath et al. (2000) e Whitehead, (2004), através de manipulação adequada dos nutrientes da ração ou do manejo alimentar das aves é possível aumentar ou preservar a massa óssea e, também, manter a resistência dos ossos. Para isso é fundamental que as aves disponham de níveis adequados de nutrientes, principalmente cálcio, fósforo e vitamina D que são relacionados como os principais fatores para a manutenção da qualidade e da integridade do esqueleto, devido ao papel desempenhado por estes na mineralização dos ossos.

A vitamina D é considerada responsável pela elevação dos níveis de cálcio e fósforo no sangue, para dar suporte destes elementos às funções orgânicas normais. Para que se tenha um crescimento normal, maturação, mineralização e manutenção do tecido ósseo maduro é necessário ter quantidades adequadas de vitamina D (Norman e Hurwitz, 1993; Anderson e Toverud, 1994).

A forma ativa da vitamina D, a 1,25-dihidroxitamina D<sub>3</sub> (1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>), é um importante regulador do desenvolvimento do tecido ósseo, do metabolismo e da homeostase do cálcio. Além disso, a 1,25-(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> possui também um papel importante na regulação do crescimento e diferenciação das células do tecido ósseo e estimula a reabsorção óssea, quando necessário (Edwards, 2000; Whitehead, 2004).

Os minerais são elementos essenciais para se ter uma boa nutrição, participando de uma maneira geral de várias funções no organismo. O cálcio (Ca) e fósforo (P) constituem a base da formação esquelética e estão relacionados no metabolismo orgânico, particularmente na formação dos ossos. Constituem mais de 70% da cinza corporal, sendo 99% do Ca e 80% do P estão presentes principalmente nos ossos (Bertechini, 2006).

Os mecanismos fisiológicos na homeostase de Ca controlam a manutenção e integridade do esqueleto em resposta a diferentes necessidades de uma poedeira em suas diversas fases. A importância relativa do intestino e ossos como fontes de Ca dependem da concentração de cálcio na dieta; se a concentração de Ca na dieta for acima de 3,6%, a maior parte do cálcio depositado na casca do ovo é derivado diretamente do mineral absorvido no intestino; entretanto, se a concentração for menor que 2%, o Ca presente

nos ossos irá suprir de 30 a 40% do cálcio presente na casca e; em dietas completamente deficientes em Ca, a fonte exclusiva desse mineral será o esqueleto (Aziz-Abdul, 1998).

A baixa concentração de Ca no intestino estimula a secreção do paratormônio (PTH) e síntese de vitamina D o que por sua vez ativam o mecanismo que induzem a reabsorção óssea, liberando os minerais presentes nos ossos e conduzindo gradativamente ao comprometimento da integridade do esqueleto (Rennie et al., 1997).

O tamanho esquelético obtido durante o desenvolvimento da franga impõe as reservas de Ca que a ave terá durante o pico de produção de ovos. Para a franga ter um bom desenvolvimento esquelético, é necessário que a dieta contenha aproximadamente 1,00% Ca e 0,45-50% de fósforo disponível (Coelho, 2001).

Segundo Rath et al. (2000), alterações nas rações que afetam a disponibilidade cálcio, fósforo e vitamina D para as aves podem ter influencias diretas no crescimento e qualidade dos ossos. Segundo o pesquisador alteração na composição da ração que resultem em aumento no nível de fibra pode ser prejudicial ao crescimento dos ossos, visto que, níveis mais elevados de fibra na ração das aves podem reduzir a absorção de cálcio no intestino levando a uma hipocalcemia sanguínea que, por sua vez, pode contribuir para uma redução do desenvolvimento ósseo ou da sua resistência.

## **2.5 Definição e características da fibra.**

A fibra alimentar pode ser definida como a porção do alimento derivada da parede celular das plantas e insuficientemente digerida pelo trato digestivo dos animais superiores (Há et al., 2000). É um componente crítico da dieta, que limita a produtividade quando fornecida em excesso (Minson, 1990). Sabe-se também que a fibra dietética é o principal substrato para a fermentação bacteriana, particularmente no intestino grosso dos monogástricos (Araujo e Silva, 2008). Como a fibra interage com a mucosa e a microflora, possui importante papel no controle da “saúde” intestinal (Montagne et al., 2003).

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). Para Araujo et al. (2008), 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 amidos resistentes e PNA's solúveis e insolúveis (Montagne et al., 2003)

Os PNA's são constituídos por uma grande variedade de moléculas de polissacarídeos e são classificados em três grandes grupos: celulose (insolúvel em água, álcali ou diluição ácida), polímeros não-celulolíticos e polissacarídeos pécticos (ambos parcialmente solúveis em água). Sua classificação foi atribuída, originalmente, por conta da metodologia utilizada para sua extração e isolamento. O resíduo remanescente após a extração alcalina da parede celular foi chamado celulose e a fração do resíduo solubilizado em solução álcali foi denominada hemicelulose (Choct, 1997).

Os PNA's não podem ser hidrolisados (ou são pobremente) por nenhuma das enzimas endógenas de animais monogástricos. Há consenso geral que a maior proporção destes compostos dietéticos passa pelo intestino delgado quase que inteiramente intactos, e são fermentados no intestino grosso (ceco e cólon) pela microflora comensal. As plantas geralmente contêm uma mistura de PNA's solúveis e insolúveis em uma relação que varia de acordo com a espécie e o estágio vegetativo, dentre outros fatores (Montagne et al., 2003).

Os fatores antinutricionais de PNA's da parede celular são provenientes, principalmente, de  $\beta$ -glucanos em cevada e aveia; de arabinoxilanas em arroz, trigo e triticale; além de outros carboidratos como as pectinas e oligossacarídeos a família da rafinose (Marquardt et al., 1996).

## **2.6 Quantificação das frações fibrosas dos alimentos para aves.**

Alguns métodos são utilizados para determinar a fração fibrosa e a qualidade dos alimentos, todavia é importante avaliar as limitações de cada método a ser empregado em sua determinação. O método de Wennde (método da fibra bruta) é o mais antigo para determinar a fração fibrosa que compõem a parede celular (Morgado et al., 2008).

A determinação da fibra bruta (FB) envolve o uso de ácidos e bases fortes para poder isolá-la. Na extração ácida, amidos, açúcares e parte da pectina e hemicelulose dos alimentos são removidos. Enquanto na extração básica proteínas, pectinas e hemicelulose remanescentes e parte de lignina são retiradas (Mertens, 1992). A fibra bruta é constituída basicamente de celulose com pequenas quantidades de lignina e hemicelulose. De acordo com 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).

Van Soest em meados da década de 60 propôs a determinação do conteúdo de fibra dos alimentos através da separação das diversas frações constituintes das matérias-primas de origem vegetal, por meio de reagentes específicos, denominados detergentes. Assim, por meio do detergente neutro é possível separar o conteúdo celular constituído, principalmente, de proteínas, gorduras, carboidratos solúveis, pectina e outros constituintes solúveis em água, da parede celular, também chamada de fibra em detergente neutro (FDN), que é constituída basicamente, de celulose, hemicelulose, lignina, proteína lignificada e cinzas insolúveis, sendo o FDN o melhor dado para representar a fibra da dieta (Silva, 1990). Com a utilização de um detergente ácido específico, proposto por Van Soest, solubiliza-se o conteúdo celular e a hemicelulose, além de maior parte da proteína insolúvel, obtendo-se um resíduo insolúvel em detergente ácido, denominado fibra em detergente ácido (FDA), constituída em quase totalidade de lignina e celulose e cinzas insolúveis.

A FDA não é uma fração válida para uso nutricional ou predição de digestibilidade, pois se trata de uma análise preparatória para determinação de celulose, lignina, nitrogênio ligado à fibra detergente ácido e cinza insolúvel em detergente ácido. Além disso, a FDA é usada para estimar a hemicelulose, através da subtração do valor de FDN pelo de FDA.

A FDN (fibra em detergente neutro) recupera a celulose, hemicelulose e lignina, com algumas contaminações por proteínas e pectinas. Jeraci e Van Soest (1990) consideram que a FDN pode ser uma medida importante para a caracterização da fibra em rações para aves. Contudo, o maior inconveniente desse método é a solubilização

das substâncias pécticas, pectinas e  $\beta$ -glucanas, que são substâncias frequentemente presentes na parede celular vegetal (Morgado et al., 2008).

## **2.7 Efeitos da fibra na alimentação de aves.**

Em relação ao conteúdo de fibra na ração de aves sempre se associou a presença desse nutriente aos seus efeitos prejudiciais. 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 na eficiência alimentar. 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 digestório. Segundo Panigrahi, (1992) e Rodríguez-Palenzuela et al. (1998) 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 González-Alvarado et al. (2007), a concepção tradicional de que as aves devem receber rações com pouca fibra para aumentar o consumo diário de ração e 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.

González-Alvarado et al. (2007) constataram que a inclusão de quantidade moderada de fibra na ração de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade pode melhorar o desempenho pela redução no pH da moela e aumento da utilização dos nutrientes. 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, essa quantidade pode variar, dependendo da fonte de fibra utilizada.

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 contribuí 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 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.

Nesse contexto, Roberts et al. (2007a) sugeriram que 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 o desempenho. 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 presentes 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.

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 (Hetland et al., 2005). De acordo com esse pesquisador, a fibra insolúvel da parede celular dos grãos é o componente químico mais importante para estimular a atividade da moela. Hetland e Svihus (2001) e Hetland et al. (2003) constataram benefícios na digestibilidade dos nutrientes da ração associados à maior atividade da moela das aves com a adição de fibra na ração.

González-Alvarado et al. (2007), observaram que a inclusão de fibra na ração aumenta o pH e tamanho da moela, bem como o tamanho do intestino. As aves exigem uma quantidade mínima de fibra na dieta para manter uma melhor atividade da moela e funcionalidade do trato gastrointestinal, onde a estrutura física e características químicas das partículas fibrosas podem limitar a eficácia de algumas fontes de fibra para satisfazer as necessidades das aves (Jiménez-Moreno et al., 2010). Entretanto a magnitude dos efeitos da fibra no crescimento e na qualidade óssea depende de novas pesquisas.

Araújo et al. (2008) verificaram que a elevada inclusão de farelo de trigo na ração de recria reduz a taxa de crescimento de frangas e atrasa o início da postura, entretanto, segundo os pesquisadores este subproduto pode ter aplicação útil em programas de restrição alimentar para frangas que apresentam elevada capacidade de ingestão de ração controlando o crescimento e atingindo o peso esperado à maturidade sexual precocemente.

Em geral, no manejo alimentar das poedeiras na fase de crescimento, entre a 6<sup>a</sup> e a 17<sup>a</sup> semanas de idade, tem sido comum o uso de rações com a inclusão de alimentos fibrosos como o farelo de trigo, farelo de arroz e farelo de girassol. Essa prática objetiva manter a densidade da ração baixa, aumentando o tempo gasto com alimentação e, assim, evita-se ganho de peso excessivo (Scheideler et al., 1998) e reduz-se as perdas de aves por canibalismo (Aerni et al., 2000; El-Lethey et al., 2000). Embora, aparentemente, essa prática tenha benefícios, existem outras preocupações quanto aos seus efeitos, como por exemplo sobre o crescimento e qualidade óssea das frangas ao final da fase de crescimento, visto que alguns relatos da literatura indicam

que dependendo da fonte e do nível de fibra na ração poderá ocorrer redução na digestão de minerais e outros constituintes da ração.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Para condução do experimento foram adquiridas 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 840 aves na fase de crescimento, entre a 7ª e a 17ª semana. As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3, sendo duas linhagens x três níveis de FDN, sendo 140 aves por tratamento com quatro repetições de 35 aves. Os níveis de FDN testados foram 14,5, 16,5 e 18,5%.

As aves foram alojadas em gaiolas de recria de arame galvanizado (50x50x45cm) que dispunham de comedouro tipo calha em chapa galvanizada e bebedouro tipo nipple. O número total de aves de cada parcela foi dividido de acordo com capacidade da gaiola, alojando-se sete aves por gaiola, totalizando cinco gaiolas por parcela.

A vacinação das aves foi realizada com base em um programa de vacinação elaborado de acordo com o desafio sanitário da região. Dessa forma as aves foram 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 + síndrome da queda de postura (EDS), vacina oleosa aplicada por via injetável no músculo do peito, na 15ª semana.

Diariamente, durante todo o período experimental, a temperatura e umidade relativa do ar dentro do galpão foram medidas com termômetro de máxima e mínima e psicrômetro, respectivamente. Os dados foram registrados diariamente e as leituras realizadas às 8:00h e 16:00h. 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 (7<sup>a</sup> a 17<sup>a</sup> semana) as aves receberam apenas luz natural.

Na fase inicial (até 6<sup>a</sup> semana), utilizou-se a mesma ração para as aves de ambas as linhagens, em razão das semelhanças entre os valores de exigências nutricionais propostas nos manuais de manejo das referidas linhagens, 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 (Tabela 1).

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

Ingrediente	1 - 6 semanas	Nível de FDN (%)						Postura
		7 - 12 semanas			13 - 17 semanas			
		14,50	16,50	18,50	14,50	16,50	18,50	
Milho	64,00	60,57	57,36	48,59	61,07	58,92	55,10	60,90
Farelo de soja	32,00	23,13	21,51	24,79	19,55	17,86	16,34	26,75
Farelo de trigo	0,00	10,63	17,04	20,50	11,75	17,88	24,42	0,00
Óleo de soja	0,00	0,00	0,34	2,39	0,00	0,00	0,52	1,14
Inerte	0,00	1,88	0,00	0,00	3,94	1,69	0,00	0,00
Fosf. monobicálcico	1,84	1,58	1,51	1,44	1,55	1,48	1,42	1,71
Calcário	1,34	1,51	1,54	1,56	1,55	1,58	1,61	8,74
Sal Comum	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37	0,34
DL-Metionina	0,07	0,14	0,14	0,14	0,07	0,07	0,07	0,17
Sup. vit. + mineral <sup>1</sup>	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sup. Vitamínico	0,00	0,10 <sup>2</sup>	0,20 <sup>3</sup>					
Sup.mineral <sup>4</sup>	0,00	0,05	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	0,00
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
Composição nutricional calculada								
Energ. Metab.(kcal/kg)	2.920	2.800	2.800	2.800	2.750	2.750	2.750	2.800

Proteína bruta (%)	20,10	17,50	17,50	17,50	16,00	16,00	16,00	17,50
Fibra bruta (%)	3,14	3,50	3,92	4,38	3,40	3,80	4,23	2,77
FDN (%)	11,84	14,50	16,50	18,50	14,50	16,50	18,50	10,74
FDA (%)	4,68	5,07	5,56	6,05	4,90	5,40	5,91	4,17
Cálcio (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,80
Fósforo disponível (%)	0,47	0,43	0,43	0,43	0,40	0,40	0,40	0,43
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17
Lisina total (%)	1,05	0,90	0,90	0,90	0,80	0,80	0,80	0,90
Metionina total (%)	0,48	0,41	0,41	0,41	0,30	0,30	0,30	0,45
Met. + cistina total (%)	0,81	0,71	0,71	0,71	0,60	0,60	0,60	0,73
Treonina total (%)	0,78	0,66	0,66	0,66	0,60	0,60	0,60	0,68
Triptofano total (%)	0,25	0,20	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19	0,21
Ácido linoléico (%)	1,45	1,48	1,69	2,74	1,50	1,50	1,82	1,97

<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; robioflavina - 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 crescimento (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 vitamínico postura (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>4</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.

O programa de luz utilizado na fase de crescimento foi oferecido 23 horas de luz na primeira semana, com redução de 2h semanal para luz natural ao final da 6ª semana, permanecendo sob luz natural até a 17ª semana.

Durante toda a fase experimental (7ª a 17ª semanas de idade), semanalmente, as aves e a ração foram pesadas. Na 17ª semana, após a pesagem, foram selecionadas duas aves por parcela, com o peso semelhante ao peso médio de cada parcela. Uma vez identificadas, as aves foram encaminhadas ao abatedouro e, em seguida, sacrificadas por deslocamento cervical. Após o sacrifício, as aves foram pesadas em balança digital para obtenção do peso corporal e posteriormente foram retiradas as coxas e sobrecoxas, que foram devidamente identificadas, pesadas em balança digital com precisão de 0,01g e congeladas em freezer a -20°C, onde permaneceram até o momento da desossa.

Para a realização da desossa, as peças foram retiradas do freezer e postas para descongelar em geladeira doméstica (temperatura de 4°C por 12 horas) e depois

colocadas sobre as bancadas para que o material atingisse a temperatura ambiente. Posteriormente, coxa e sobrecoxa foram pesadas, devidamente identificadas e mergulhadas em água fervente por 10 minutos. Em seguida foram desossadas com auxílio de um bisturi, conforme metodologia descrita por Bruno (2002).

A mensuração do comprimento dos ossos, fêmur e tíbia, foi realizada por meio de um paquímetro digital e o peso obtido com auxílio de uma balança de precisão (0,01g). A avaliação da densidade óssea foi realizada através do índice de Seedor, obtido pela divisão do valor do peso (mg) pelo do comprimento (mm) do osso avaliado (Seedor, 1991).

Os parâmetros de resistência e deformidade óssea foram determinados no osso in natura (tíbia e fêmur) com auxílio de uma prensa mecânica. Os ossos foram colocados em posição horizontal sobre um suporte de madeira e depois foi aplicada uma força no centro de cada osso. A quantidade máxima de força aplicada no osso antes da sua ruptura foi considerada a resistência a quebra ( $\text{kgf/cm}^2$ ), sendo esta mensurada através de um extensômetro digital. A deformidade (mm) também era mensurada através de um extensômetro no momento da ruptura do osso.

A determinação da composição química dos ossos foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. Os ossos direito da tíbia e do fêmur foram retirados do freezer e colocados em uma bancada para ocorrer o descongelamento. Posteriormente foram colocados em recipientes adequados, pesados e encaminhados para estufa de ventilação forçada a  $55^{\circ}\text{C}$  por 72h. Em seguida, as amostras foram retiradas da estufa pesadas novamente para obter a matéria pré-seca. Após a pesagem os ossos foram triturados em moinho de bola, as amostras moídas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados para uma posterior determinação da matéria seca (MS) e matéria mineral (MM). Para determinação da proteína bruta (PB) foram utilizadas amostras desengorduradas. Foi utilizada a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Ao final da fase de crescimento as aves remanescentes foram transferidas para o galpão de postura, onde foram utilizadas 336 aves, mantendo-se o mesmo delineamento experimental utilizado na fase de crescimento, sendo cada parcela experimental composta por 14 aves.

Nessa fase, as aves foram distribuídas em gaiolas de arame galvanizado (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, estendeu-se até a 35ª semana de idade, sendo esse tempo dividido em períodos de 28 dias cada.

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. 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).

A avaliação da qualidade da casca dos ovos foi realizada com os ovos obtidos na 35ª semana de idade. Para isso os ovos, devidamente identificados, foram submetidos à análise de peso do ovo, gravidade específica e porcentagem de casca. Para obtenção do peso específico foi utilizada a metodologia descrita por Freitas et al. (2005). A porcentagem de casca foi obtida considerando-se o peso total do ovo e peso da casca, o qual foi medido após as cascas serem secas em ambiente natural por 3 dias, conforme metodologia descrita por Castelló et al. (1989).

Para avaliar a qualidade óssea das poedeiras, foi realizado o abate de uma ave por parcela na 35ª semana de idade, sendo adotados todos os procedimentos de preparação de amostra e metodologias de mensuração das variáveis utilizadas na fase anterior.

Os dados de qualidade óssea na 17ª e 35ª semana foram analisados utilizando-se o módulo ANOVA do SAS (2002) para um modelo fatorial, sendo as médias comparadas pelo teste SNK (5%).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a análise estatística dos dados não houve interação significativa entre os fatores nível de FDN e linhagem para todas as variáveis avaliadas ao final da fase de crescimento. Com relação ao efeito do nível de fibra, observou-se que o nível de FDN da ração não influenciou significativamente o crescimento, a qualidade e a composição do fêmur e da tíbia das frangas na 17ª semana de idade (Tabela 2).

É consenso de que o crescimento das aves depende da disponibilidade de nutrientes para os processos metabólicos e, para isso, os nutrientes devem ser ingeridos com a ração, digeridos e absorvidos no trato digestório. Assim, se ocorrer redução na ingestão ou na digestibilidade dos minerais da ração, principalmente, cálcio e fósforo, problemas no crescimento e na qualidade do tecido ósseo podem vir a ocorrer (Rath et al., 2000).

Diante do exposto anteriormente, criou-se a expectativa de como o aumento do nível de FDN das rações poderia influenciar no crescimento ou qualidade óssea das frangas. Assim, considerando que as rações foram formuladas para serem isocálcicas e isofosfóricas e que o nível de fibra da ração não influenciou significativamente o consumo de ração das aves, pode-se inferir que ingestão de Ca e P não variaram e, conseqüentemente, não tiveram influência sobre o crescimento e qualidade dos ossos das frangas.

Por sua vez, Scheideler et al. (1998) relataram que a adição de alimentos fibrosos na ração de frangas resultou em menor digestibilidade do cálcio e fósforo da ração. Considerando que esses minerais são os principais constituintes dos ossos, criou-se a expectativa que um aumento da proporção de fibra na ração das frangas pudesse comprometer o crescimento ou qualidade dos ossos dessas aves, em decorrência de uma menor disponibilidade desses minerais para o metabolismo ósseo. Embora não tenha sido possível avaliar a digestibilidade do cálcio e do fósforo da ração pelas aves, pode-se inferir que se houve redução na digestibilidade dos minerais da ração com o aumento do nível de FDN de 14,5 para 18,5, essa não foi suficiente para prejudicar o crescimento e a qualidade dos ossos avaliados.

**Tabela 2.** Efeito dos diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) da ração de crescimento (7<sup>a</sup> e 17<sup>a</sup> semana de idade) sobre a qualidade e composição óssea do fêmur e da tíbia de poedeiras leves e semipesadas na 17<sup>a</sup> semana de idade.

Item	Variáveis							
	Peso (g)	Comprimento (mm)	Índice Seedor (mg/mm)	Resistência (kgf/cm <sup>2</sup> )	Deformidade (mm)	Matéria Seca (%)	Matéria Mineral (%) <sup>1</sup>	Proteína Bruta (%) <sup>1</sup>
Fêmur								
Níveis de FDN (%)								
14,5	6,37 <sup>a</sup>	80,95 <sup>a</sup>	78,69 <sup>a</sup>	8,76 <sup>a</sup>	3,46 <sup>a</sup>	71,21 <sup>a</sup>	41,56 <sup>a</sup>	33,16 <sup>a</sup>
16,5	6,17 <sup>a</sup>	80,12 <sup>a</sup>	77,00 <sup>a</sup>	10,63 <sup>a</sup>	3,26 <sup>a</sup>	70,45 <sup>a</sup>	43,23 <sup>a</sup>	31,79 <sup>a</sup>
18,5	6,17 <sup>a</sup>	80,95 <sup>a</sup>	76,21 <sup>a</sup>	9,07 <sup>a</sup>	3,45 <sup>a</sup>	71,98 <sup>a</sup>	38,58 <sup>a</sup>	32,48 <sup>a</sup>
Linhagem								
Leve	6,03 <sup>b</sup>	79,55 <sup>b</sup>	75,80 <sup>a</sup>	8,62 <sup>a</sup>	3,52 <sup>a</sup>	69,42 <sup>b</sup>	43,59 <sup>a</sup>	32,86 <sup>a</sup>
Semipesada	6,44 <sup>a</sup>	81,79 <sup>a</sup>	78,73 <sup>a</sup>	10,35 <sup>a</sup>	3,25 <sup>a</sup>	73,00 <sup>a</sup>	38,65 <sup>b</sup>	32,09 <sup>b</sup>
Efeitos								
Nível	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Linhagem	*	*	ns	ns	ns	*	*	*
Nível x linhagem	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7,17	2,26	5,58	23,47	16,41	4,69	10,30	4,61
Tíbia								
Níveis de FDN (%)								
14,5	7,57 <sup>a</sup>	116,01 <sup>a</sup>	65,25 <sup>a</sup>	6,04 <sup>a</sup>	3,19 <sup>a</sup>	78,52 <sup>a</sup>	41,13 <sup>a</sup>	31,85 <sup>a</sup>
16,5	7,09 <sup>a</sup>	115,61 <sup>a</sup>	61,32 <sup>a</sup>	5,96 <sup>a</sup>	3,01 <sup>a</sup>	77,14 <sup>a</sup>	42,45 <sup>a</sup>	31,30 <sup>a</sup>
18,5	7,42 <sup>a</sup>	117,27 <sup>a</sup>	63,27 <sup>a</sup>	5,96 <sup>a</sup>	3,33 <sup>a</sup>	79,36 <sup>a</sup>	40,72 <sup>a</sup>	30,77 <sup>a</sup>
Linhagem								
Leve	6,97 <sup>b</sup>	115,96 <sup>a</sup>	60,10 <sup>b</sup>	6,29 <sup>a</sup>	3,41 <sup>a</sup>	76,67 <sup>b</sup>	42,90 <sup>a</sup>	31,78 <sup>a</sup>
Semipesada	7,76 <sup>a</sup>	116,63 <sup>a</sup>	66,53 <sup>a</sup>	5,68 <sup>a</sup>	2,94 <sup>a</sup>	80,02 <sup>a</sup>	39,97 <sup>b</sup>	30,83 <sup>b</sup>
Efeitos								
Nível	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Linhagem	*	ns	*	ns	ns	*	*	*
Nível x linhagem	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8,12	2,14	8,04	26,57	16,48	3,90	6,96	3,27

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%);<sup>ns</sup> Não significativos; \* Efeito significativo à 5% de Probabilidade (P<0,05);

<sup>1</sup> valores expressos na matéria seca

Ausência de influencia significativa de alterações na alimentação das frangas na fase de crescimento sobre a qualidade óssea também foi relatada por Santos (2008) que avaliou os efeitos de três programas de alimentação (atendimento de 95, 100 e 105% das exigências propostas nos manuais de manejo) para aves leves (Hy line W36) e semipesadas (Hy Line Brown) e constatou que os programas de alimentação não influenciaram a resistência à quebra da tíbia das frangas na 16ª semana de idade.

Quanto ao efeito da linhagem sobre os parâmetros medidos na 17ª semana de idade, observaram-se diferenças significativas para o comprimento, o peso e a composição do fêmur e o peso, o índice de Seedor e a composição da tíbia. Entretanto, o comprimento, a resistência e a deformidade dos ossos não variam significativamente entre as linhagens.

As aves semipesadas apresentaram fêmures maiores, mais pesados, com maior teor de matéria seca e menor teor de minerais e proteína que as aves leves, sem que houvesse diferença significativa no índice de Seedor, na resistência e na deformidade óssea entre as linhagens. Para a tíbia, observou-se que as aves semipesadas apresentaram ossos significativamente mais pesados, com maior índice de Seedor, maior teor de matéria seca e menor teor de minerais e proteínas que as aves leves, sem que houvesse diferença significativa na resistência e a deformidade óssea entre as linhagens.

Na literatura são encontrados vários relatos quanto às diferenças entre as linhagens de poedeira de ovos brancos (leves) e marrons (semipesadas) no que se refere ao desenvolvimento e qualidade dos ossos. Entretanto, muitas vezes, as variações nas condições experimentais, especialmente, a idade das aves promove divergências de resultados. Porém, conforme Whitehead (2004), esta bem demonstrada à divergência genética no desenvolvimento e qualidade óssea entre as linhagens de poedeiras e, isto, deve ser considerado nos programas de melhoramento genético atuais. Segundo o pesquisador, a diferença na qualidade dos ossos entre as linhagens pode ocorrer devido a maior capacidade de deposição de massa óssea estrutural na fase de crescimento apresentada por algumas linhagens, assim como, pela diferença na qualidade estrutural, visto que, um maior reticulado na matriz cartilaginosa do osso contribui para uma maior resistência dos ossos à quebra.

Segundo Rath et al. (2000) os dados de algumas pesquisas sugerem que as aves com potencial genético para maior peso corporal podem apresentar ossos maiores e mais resistentes. Bishop et al. (2000) verificaram que a resistência óssea tem correlação positiva com o peso vivo das aves, indicando que as aves mais pesadas tendem a ter ossos mais fortes, embora, algumas vezes estes não sejam fortes o suficiente para resistir ao excesso de peso. Esses fatos justificam o maior tamanho e peso do fêmur e maior peso e densidade da tíbia medida pelo índice de Seedor das aves semipesadas.

No tocante a semelhança entre a qualidade óssea das linhagens, medida pela resistência a quebra, os resultados obtidos na presente pesquisa estão de acordo com os relatados por Silversides et al. (2006) que avaliaram a qualidade óssea de três grupos genéticos, sendo uma linhagem comercial de poedeiras de ovos brancos (Babcock 300) e outra de ovos marrons (Isa Brown) e uma poedeira marrom que não sofreu seleção genética. Conforme os pesquisadores, não houve diferenças significativas na resistência à quebra do humero na 15ª semana de idade entre as linhagens. Por sua vez, Vargas Jr et al. (2004) estudaram as exigências nutricionais de Ca e P para aves de reposição leves (Hy Line W36) e semipesadas (Hy Line Brown) na fase de 13 a 20 semanas de idade e verificaram que as linhagem responderam de forma semelhante aos níveis de Ca e P da ração e, ao se compararem as aves leves com as semipesadas, observou-se que, na média, as aves semipesadas apresentaram tíbias com maiores valores de resistência óssea em relação as aves leves. Santos (2008) constatou que as aves leves (Hy line W36) apresentaram tíbias com maior resistência à quebra que as aves semipesadas (Hy Line Brown) em todas as idades.

Na avaliação dos ossos das aves na 35ª semana de idade (Tabelas 3), observou-se que não houve interação significativa entre os fatores nível de FDN e linhagem para todas as variáveis avaliadas e que os níveis de FDN da ração recebida pelas frangas na fase de crescimento (7ª a 17ª semanas de idade) não influenciaram significativamente no crescimento, na qualidade e composição óssea do fêmur e da tíbia das poedeiras, nessa idade.

**Tabela 3.** Efeito dos diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) da ração de crescimento sobre a qualidade e composição óssea do fêmur e da tíbia de poedeiras leves e semipesadas na 35ª semana de idade.

Item	Variáveis							
	Peso (g)	Comprimento (mm)	Índice de Seedor (mg/mm)	Resistência (kgf/cm <sup>2</sup> )	Deformidade (mm)	Matéria Seca (%)	Matéria Mineral (%) <sup>1</sup>	Proteína Bruta (%) <sup>1</sup>
Fêmur								
Níveis de FDN (%)								
14,5	6,10 <sup>a</sup>	80,33 <sup>a</sup>	75,93 <sup>a</sup>	7,35 <sup>a</sup>	2,69 <sup>a</sup>	60,10 <sup>a</sup>	47,03 <sup>a</sup>	34,00 <sup>a</sup>
16,5	6,20 <sup>a</sup>	80,56 <sup>a</sup>	76,96 <sup>a</sup>	6,67 <sup>a</sup>	2,55 <sup>a</sup>	63,70 <sup>a</sup>	45,10 <sup>a</sup>	33,13 <sup>a</sup>
18,5	6,24 <sup>a</sup>	80,71 <sup>a</sup>	77,31 <sup>a</sup>	9,29 <sup>a</sup>	2,24 <sup>a</sup>	63,40 <sup>a</sup>	45,51 <sup>a</sup>	32,36 <sup>a</sup>
Linhagem								
Leve	5,67 <sup>b</sup>	78,15 <sup>b</sup>	72,55 <sup>b</sup>	8,70 <sup>a</sup>	2,74 <sup>a</sup>	61,36 <sup>a</sup>	46,75 <sup>a</sup>	34,49 <sup>a</sup>
Semipesada	6,67 <sup>a</sup>	80,24 <sup>a</sup>	83,12 <sup>a</sup>	6,26 <sup>a</sup>	2,27 <sup>b</sup>	63,44 <sup>a</sup>	45,00 <sup>a</sup>	32,49 <sup>b</sup>
Efeitos								
Nível	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Linhagem	*	*	*	ns	*	ns	ns	*
Nível x linhagem	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	6,13	1,83	5,35	35,39	17,93	7,55	5,25	4,82
Tíbia								
Níveis de FDN (%)								
14,5	7,16 <sup>a</sup>	115,79 <sup>a</sup>	61,83 <sup>a</sup>	5,75 <sup>a</sup>	2,58 <sup>a</sup>	67,64 <sup>a</sup>	47,12 <sup>a</sup>	33,75 <sup>a</sup>
16,5	7,39 <sup>a</sup>	115,70 <sup>a</sup>	63,87 <sup>a</sup>	5,47 <sup>a</sup>	1,90 <sup>a</sup>	71,30 <sup>a</sup>	44,60 <sup>a</sup>	32,26 <sup>a</sup>
18,5	7,26 <sup>a</sup>	116,95 <sup>a</sup>	62,07 <sup>a</sup>	4,85 <sup>a</sup>	2,28 <sup>a</sup>	70,12 <sup>a</sup>	45,89 <sup>a</sup>	31,55 <sup>a</sup>
Linhagem								
Leve	6,54 <sup>b</sup>	114,43 <sup>b</sup>	57,15 <sup>b</sup>	5,87 <sup>a</sup>	2,56 <sup>a</sup>	69,83 <sup>a</sup>	47,25 <sup>a</sup>	32,86 <sup>a</sup>
Semipesada	8,00 <sup>a</sup>	117,87 <sup>a</sup>	67,87 <sup>a</sup>	4,87 <sup>a</sup>	1,95 <sup>b</sup>	69,55 <sup>a</sup>	44,48 <sup>b</sup>	32,18 <sup>a</sup>
Efeitos								
Nível de FDN	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Linhagem	*	*	*	ns	*	ns	*	ns
Nível x linhagem	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	8,26	2,70	7,70	26,23	27,15	3,90	6,96	3,27

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%); <sup>ns</sup> Não significativos; \* Efeito significativo à 5% de Probabilidade (P<0,05);

<sup>1</sup> valores expressos na matéria seca

Quanto às diferenças na composição dos ossos das linhagens utilizadas na presente pesquisa podem ser atribuídas às características de crescimento de cada linhagem. Segundo Neme et al. (2006), as aves brancas são mais precoces e, portanto, atingem a maturidade sexual mais cedo que as marrons, pois apresentam maiores taxas de crescimento corporal em menor tempo, assim como, para deposição de proteína e cinzas corporal. Estendendo esses eventos ao crescimento dos ossos é possível que as aves leves, em um determinado momento da curva de crescimento, apresentem ossos com maior teor desses constituintes.

A qualidade dos ossos das poedeiras ao início do ciclo de postura tem sido considerada fundamental para a qualidade óssea das poedeiras durante toda a fase de postura e ao final do ciclo de produção, principalmente, para as aves selecionadas para elevada produção, pois a maior mobilização de minerais para a formação da casca dos ovos pode levar à menor resistência óssea dessas aves em relação às menos produtivas (Silversides et al., 2006).

Nesse contexto, considerando que não existiu influência significativa do nível de FDN da ração de crescimento nos parâmetros de crescimento e qualidade dos ossos medidos ao final da fase de crescimento e, que, na fase de postura, as aves foram alimentadas com a mesma ração de postura e não apresentaram diferenças significativas no consumo de ração e na produção de ovos esses resultados podem ser considerados esperados.

Quanto ao efeito da linhagem, observaram-se diferenças significativas no peso, comprimento, índice de Seedor e deformidade óssea do fêmur e da tíbia e no teor de proteína do fêmur e mineral da tíbia. Entretanto, a resistência não variou significativamente entre as linhagens.

As aves semipesadas apresentaram fêmures e tíbias maiores e mais pesados e com maior índice de Seedor e uma menor deformidade que as aves leves. Essas aves também apresentaram fêmures com menor teor de proteína e tíbia com maior teor de cinzas.

Conforme relatado anteriormente, ao final da fase de crescimento, já se verificava que as aves semipesadas apresentavam ossos maiores e mais pesados que as aves leves, o que tem sido atribuído as diferenças de crescimento entre as linhagens,

fazendo com que as aves mais pesadas tenham ossos maiores e mais pesado (Bishop et al., 2000; Rath et al., 2000).

Conforme Whitehead (2004), as diferenças na qualidade dos ossos podem aparecer em diferentes idades, sendo que a maior qualidade ao final do período de postura depende de dois fatores que são a maior capacidade de formação óssea na fase de crescimento e a menor intensidade de reabsorção óssea durante a fase de postura. Riczu et al. (2004) avaliaram a qualidade óssea ao final do ciclo de produção de poedeiras de ovos brancos (Shaver 2000) e marrons (Shaver 579) e constaram que as poedeiras marrons apresentaram fêmures com comprimento semelhante ao das poedeiras de ovos brancos, enquanto, o peso e a resistência á quebra foram superior. Conforme os autores, o maior peso do fêmur das aves marrons indica que a espessura total do osso é maior nestas aves e sugere uma maior quantidade de tecido ósseo no mesmo comprimento, aumentando a sua densidade e, conseqüentemente, a resistência óssea.

Segundo Silversides et al. (2006), embora não tenha havido diferença significativa entre as linhagens nos valores de resistência á quebra do humero na 15ª semana de idade, foi possível observar entre as aves que sofreram melhoramento genético que, com o avanço da idade, as aves marrons (Isa Brown) apresentaram ossos mais resistentes que as brancas (Babcock 300). Segundo os autores a redução na resistência óssea com a idade esta associada à seleção para alta produção de ovos, enquanto, a maior resistência, dos ossos das poedeiras marrons esta associado ao maior tamanho corporal dessas aves. Entretanto, Santos (2008) constatou que as aves leves (Hy Line W36) apresentaram tíbias com maior resistência á quebra que as aves semipesadas (Hy Line Brown) em todas as idades e que as poedeiras de ovos brancos (leves) perderam menos massa óssea com o avançar da idade.

Vale ressaltar que nem sempre a maior densidade de um osso vai resultar em maior resistência. Na presente pesquisa, em todas as idades as aves semipesadas apresentaram ossos com maior densidade medida pelo índice de Seedor. Porém, isso não se traduziu em diferença significativa na resistência á quebra como foi relatado por alguns pesquisadores. Semelhante ao que ocorreu para a densidade, a maior proporção de matéria mineral e proteína nos ossos das aves leves não resultou em aumento significativo na resistência óssea.

Os resultados obtidos na presente pesquisa corroboram com as observações apresentadas por Rath et al. (2000). Segundo os pesquisadores o osso é um tecido complexo e a densidade e a resistência do tecido ósseo está relacionada com o aspecto físico (formato, tamanho e massa), arquitetura (orientação das fibras de colágeno) e propriedades materiais (molécula matriz) e, assim, é possível que exista diferença na resistência de ossos que apresente propriedades físicas e composição química similares, da mesma forma, que pode ser verificada resistência óssea similar de ossos que apresentem diferenças de algumas propriedades físicas ou de composição.

Ao que parece as diferenças ósseas entre as linhagens necessitarão ser melhor entendidas principalmente no que se refere a forma de avaliação tendo em vista as divergência de resultados.

Na avaliação da qualidade da casca dos ovos das aves na 35ª semana de idade (Tabela 4), observou-se que não houve interação significativa entre os fatores nível de FDN e linhagem para todas as variáveis avaliadas e que os níveis de FDN da ração recebida pelas frangas na fase de crescimento (7ª a 17ª semanas de idade) não influenciaram significativamente na qualidade da casca dos ovos das poedeiras, nessa idade.

**Tabela 4.** Efeito dos diferentes níveis de fibra em detergente neutro (FDN) sobre o peso do ovo (g), Gravidade específica, e Casca (%) dos ovos de poedeiras leves e semipesadas na 35ª semana de idade.

Item	Variáveis		
	Peso do ovo (g)	Gravidade Específica	Casca (%)
Níveis de FDN (%)			
14,5	67,09 <sup>a</sup>	1,086 <sup>a</sup>	9,64 <sup>a</sup>
16,5	60,93 <sup>a</sup>	1,087 <sup>a</sup>	9,57 <sup>a</sup>
18,5	60,49 <sup>a</sup>	1,075 <sup>a</sup>	9,43 <sup>a</sup>
Linhagem			
Leve	59,98 <sup>b</sup>	1,091 <sup>a</sup>	9,89 <sup>a</sup>
Semipesada	61,68 <sup>a</sup>	1,075 <sup>b</sup>	9,21 <sup>b</sup>
Efeito			
Nível	ns	ns	ns
Linhagem	*	*	*
Nível x linhagem	ns	ns	ns
CV (%)	2,92	2,31	2,98

Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK (5%).

<sup>ns</sup> Não significativos; \* Efeito significativo à 5% de Probabilidade (P<0,05)

As preocupações com a qualidade dos ossos das poedeiras têm sido relacionadas às perdas de aves durante o ciclo de produção e com as condenações de carcaça durante o abate e também com as perdas devido à má qualidade da casca dos ovos. Dessa forma, uma franga com boa qualidade óssea terá menor risco de apresentar fragilidade óssea durante a fase de produção e, certamente, a contribuição dos ossos na mineralização da casca ocorrerá. Nesse contexto, pode inferir que a semelhante qualidade de casca entre as aves alimentadas com os diferentes níveis de FDN na fase de crescimento se deve ao fato de que essas mudanças na ração não tiveram influências significativas na qualidade dos ossos das aves em nenhum momento.

Sabe-se, também, que a qualidade da casca pode ser influenciada pela quantidade e pelo tamanho dos ovos postos de modo que quanto maior o número e o tamanho dos ovos menor será espessura da casca e, conseqüentemente, menor será a percentagem de casca e a gravidade específica dos ovos. Como já relatado a produção de ovos não variou entre as aves submetidas aos diferentes níveis de FDN da ração assim como o tamanho dos ovos (Tabela 4).

Em relação ao efeito da linhagem sobre a qualidade da casca, verificou-se que as aves leves apresentaram ovos com percentagem de casca e valores de gravidade específica significativamente maiores que os das aves semipesadas.

O peso do ovo incorpora três componentes: a gema, o albúmen e a casca. A proporção de cada componente esta relacionada com o peso do ovo, que é determinado 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 (Carvalho et al., 2003). Assim, a diferença na proporção de casca dos ovos das linhagens pode ser associada á diferença no peso dos ovos, visto que as aves semipesadas produziram ovos significativamente maiores que os produzido pelas aves leves.

Por sua vez, a gravidade específica dos ovos apresenta relação direta com o percentual de casca e, assim, ovos com menor proporção de casca terão menores valores de gravidade específica.

A diferença entre a gravidade específica dos ovos das linhagens observadas na presente pesquisa é semelhantes à relatada 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 semipesadas (Lohman Brown) em comparação a leve (Selecta Lohman).

## **5 CONCLUSÕES**

As rações destinadas à alimentação das frangas na fase de crescimento entre 7<sup>a</sup> e 17<sup>a</sup> semanas de idade podem conter até 18,5% de FDN sem que ocorram problemas no desenvolvimento e na qualidade óssea das aves ao final do período de crescimento, bem como na qualidade óssea e das cascas dos ovos na 35<sup>a</sup> semana de idade.

As aves das linhagens utilizadas apresentam respostas semelhantes ao aumento do nível de FDN da ração de crescimento. Contudo, as aves semipesadas apresentam ossos mais pesados, longos e densos, enquanto, as aves leves apresentam ossos com maior teor de minerais e proteína na sua composição, sem que haja diferença na resistência óssea entre as linhagens.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AERNI, V.; EL-LETHEY, H.; WECHSLER, B. Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. **Br. Poultry Science**. v.41, p.16–21, 2000. **Anais...** Santos: FACTA, 1992. p.129-36.

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.

ALMEIDA PAZ, I.C.L.; MENDES, A.A.; TAKITA, T.S. et al. Comparision of tecnhiques for tibial dyscondroplasia assessment in broilers chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**. 2005; 7:1:27-32.

ANDERSON, J.J.B., TOVERUD, S.U. 1994. Diet and vitamin D: a review an emphasis on human function. **Journal Nutricion Biochem.**,5(2):58-65.

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

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.

AZIZ-ABDUL, T. A, 1998. Cage layer fatigue is a complicated problem. **World Poultry Science**. J.14: 56-58.

BANKS, W.J. **Histologia veterinária aplicada**. 2. ed. São Paulo (SP): Editora Manole; 1991.

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

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástrico**. Lavras: UFLA, 2006. 301 p.

BISHOP, S. C., R. H. FLEMING, H. A. MCCORMACK, D. K. FLOCK, and WHITEHEAD, C.C. 2000. The inheritance of bone characteristics affecting osteoporosis in laying hens. Br. **Poultry Science**. 41:33–46.

BOSKEY, A.L.; WRIGHT, T.M.; BLANK, R.D. Collagen and bone strength. **Journal Bone Mineral Research**, v. 14, p. 330-335, 1999.

BRITO, J. Á. G. Uso de microminerais sob a forma de complexo orgânico em rações de frangas na fase de recria, Brasil. 63p. 2005. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2005.

BRUNO, L.G.D. Desenvolvimento ósseo em frangos de corte: **Influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente**. 2002. 72 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo.

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.

CASTELLÓ, J.A.L., PONTES, M., GONZÁLEZ, F.F.1989. **Producción de huevos**. 1 ed. Barcelona, España. 367p.

CHOCT, M. Feed Non-Starch Polysaccharides: Chemical Structures and Nutritional Significance. *Feed Milling International*, June Issue pp.13-26, 1997.

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

COELHO, M. Early maturing layers require altered management. **Feedstuffs**, Minnesota, p. 11-16, June 2001.

COOK, M. E. Skeletal deformities and their causes: Introduction. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, n. 7, p. 982-984, July 2000.

EDWARDS, Jr.; H.M. Nutrition and skeletal problems in poultry. **Poultry Science**, v. 79, n.7, p. 1018-1023, 2000.

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

FARIA, D. E.; ROMBOLA, L. G. Manejo e alimentação nas fases de cria e recria e seus efeitos sobre o desempenho de poedeiras. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas. *Anais...* Campinas: CBNA, 2003. p. 5-34.

FREITAS, F.B.; ZANELLA, I.; CARVALHO, A.D. et al. Avaliação de complexo multienzimático com níveis de trigo para poedeiras na fase de recria. *ARS VETERINARIA*, Jaboticabal, SP, Vol. 21, nº 1, 2005.

FROST, H. M., 1997. Obesity and bone strength, and mass: a tutorial based on insight from new paradigm. *Bone* 21:211–214.

GAY, C.V., GILMAN, V.R., SUGIYAMA, T. 2000. Perspectives on osteoblast and osteoclast function. *Poultry Science*. 79(7):1005-1008.

GONZÁLEZ-ALVARADO, J. M.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; 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.

HÁ, M.A.; JARVIS, M.C.; MANN, J.I. A definition for dietary fibre. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2000; 54:861-4.

HARTINI, S.; CHOCT, M.; HIMCH, G. et al. Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of isa brown laying hens *J. Appl. Poult. Res.* v.11, p.104–110. 2002.

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

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

HETLAND, H.; SVIHUS, B.; CHOCT, M. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers **J. Appl. Poult. Res.** v. 14, p.38-46, 2005.

HOWLET, C.R. The fine structure of the proximal growth plate metaphysis of the avian tibia: endochondral osteogenesis. **Journal of Anatomy**, 1980; 130:745-768.

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.

JIMENEZ-MORENO, E.; GONZALEZ-ALVARADO, J.M.; GONZALEZ-SERRANO, A.; LAZARO, R. and G. G. MATEOS. 2009b. Effect of dietary fiber and fat on performance and digestive traits of broilers from one to twenty-one days of age. **Poultry Science**. 88:2562–2574.

JIMENEZ-MORENO, E.; GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, D. et al. Effects of type and particle size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. **Poultry Science**. v. 89, p. 2197-2212, 2010.

KWAKKEL, R.P. Rearing the layer pullet – A multiphasic approach. n: WISEMAN, J.; GARNSWORTHY, P.C. (Eds.) **Recent development in poultry nutrition**. 2.ed. Nottingham: Nottingham niversity Press, 1999. p.227-249.

LANYON, L. E., 1993. Skeletal response to physical loading. Pages 485–505 *in: Physiology and Pharmacology of one*. Handbook of Experimental Pharmacology. Vol. 107. G. R. Mundy and T. J. Martin ed. Springer Verlag, New York, NY.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**. CAB International. 1997. 329 p.

LEACH, R. M. e NESHEIM, M.C. 1965. Nutritional, genetic, and morphological studies of an abnormal cartilage formation in young chicks. *J. Nutr.* 86:236–244.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Response of leghorn pullets to protein and energy in the diet when reared in regular or hot cyclic environments. **Poultry Science**, v.68, p.546-57, 1989.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial Poultry Nutrition**.2.ed. Ontario: University Books, 1997. 350p.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial Poultry Nutrition**. 3.ed, Guelph:Ontário, 2005. 398p.

LIMA NETO, R.C. **Níveis de Proteína Bruta e Energia Metabolizável para Aves de Reposição e no Início de Postura**. 2006. 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

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

LIU, D. **The Effects of Dietary Lipids on Bone Chemical, Mechanical, and Histological Properties in Japanese Quail (*COTURNIX C. JAPONICA*)**. Blacksburg, Virginia: Virginia Polytechnic Institute and State University, 2000, Dissertation (Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Sciences).

LUKIE M.; PAVLOVSKI, Z.; SKRBIE, Z. Mineral Nutrition of Modern Poultry Genotypes. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25, 5-6, p. 399-409, 2009.

MARQUARDT, R.R.; BRENES, A.; ZHANG, Z. et al. Use of enzymes to improve nutrient availability in poultry feedstuffs. **Animal Feed Science Technology**, v.60, p.321-330, 1996.

MARTINS, P.C. Cria e recria de poedeiras comerciais no século XXI. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE OVOS, 2., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APA, 2000. p. 133-153.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: Simpósio Internacional de Ruminantes. **Anais...** SBZ-ESAL, 188, MG. 1992.

MINSON, D.J. 1990. **Forage in ruminant nutrition**. Academic Press, Inc., New York. 1990.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young nonruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v.108, p.95-117, 2003.

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 dez. 2010.

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.; SAKAMURA, N.K.; FUKAYAAMA, E.H. et al. Curvas de crescimento e de deposição dos componentes corporais em aves de postura de diferentes linhagens. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.35, n.3, p.1091-1100. 2006.

NESTOR, K. E. e EMMERSON, D.A. 1990. Role of genetics in expression and prevention of leg weakness. Pages 14–21 *in*: Proceedings of the Avian Skeletal Disease Symposium, San Antonio, TX.

NEWMAN, S. e LEESON, S. 1997. Skeletal integrity in layers at the completion of egg production. **World's Poultry. Science. Journal**. 53:265–277.

NEWMAN S. e LEESON, S. 1999. The effect of dietary supplementation with 1,25-dihydroxycholecalciferol or vitamin C on the characteristics of the tibia of older laying hens. **Poultry Science**. 78:85–90.

NORMAN, A.W., HURWITZ, S. 1993. The role of vitamin D endocrine system in avian bone biology. **Journal Nutricion.**, 123(2):310-316.

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

PIZAURO JR, J.M; CIANCAGLINI, P.; MACARI, M. Discondroplasia Tibial: Mecanismos de Lesão e Controle. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 3, p. 169-185, set – dez 2002.

RATH, N.C., HUFF, G.R., HUFF, W.E. et al. 2000. Factors regulating bone maturity and strength in poultry. **Poultry Science.**79 (7):1024-1032.

RENNIE, J.S.; FLEMING, R.H.; McCORMACK, H.A. et al. Studies on effects of nutritional factor on bone structure and osteoporosis in laying hens. **British Poultry Science.** v.38, p. 417-424, 1997.

RICZU, C. M., J. L. SAUNDERS-BLADES, A°. K. YNGVESSON, F. E. ROBINSON, and D. R. KORVER. 2004. End-of-cycle bone quality in white and brown egg laying hens. **Poultry Science.** 83:375–383.

ROBERTS, S.A.; XIN, H.; KERR, B.J.; RUSSELL, J.R. and 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. and 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.

ROGEL, A.M., BALNAVE, D.; BRYDEN, W.L. and ANNISON, E.F. 1987. Improvement of raw potato starch digestion in chickens by feeding oat hulls and other fibrous feedstuffs. *Aust. J. Agric. Res.* 38:629–637.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos:** Composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

ROWLAND, L. O. and HARMS, R.H.1970. The effect of wire pens, floor pens, and cages on bone characteristics of laying hens. **Poultry Science**. 49:1223–1225.

SAKOMURA, N. K. Exigências nutricionais das aves utilizando o método fatorial. In: Simpósio Internacional Sobre exigências Nutricionais de Aves e Suínos, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1996. p. 319-334.

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

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

SANDY, C.; MARKS, Jr.; PAULO, R. **The structure and development of bone : Principles of bone biology. Chapter 1**. Department of Cell Biology, University of Massachusetts Medical School, Worcester, Massachusetts. 1996.

SANTOS, A. L. **Desempenho, crescimento, qualidade do ovo, composição corporal e características reprodutivas e ósseas de poedeiras submetidas a diferentes programas nutricionais**. 2008. 175 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo, Pirassununga.

SAS Institute. **SAS Users guide: Statistics**. Version 8. Carry, NC, 2002.

SCHEIDELER', S. E.; JARONI, D.; PUTHPONGSIRIPRON, U. Strain, fibers ource, and enzyme supplementation effectosn pullet gutm orphologanyd, subsequent growthnu, trienutt ilization, layerp erformance. **Journal 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.

SEEDOR, J.G. The biophosphanate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Bone and Mineral Research**, v. 6, p. 339-346, 1991.

SEEMAN, E., 1999. The structural basis of bone fragility in men. *Bone* 25:143–147.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 166p.

SILVA, M. L. F. **Exigências nutricionais de cálcio para galinhas reprodutoras de corte**. 1990. 58 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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.

SILVERSIDES, F. G., KORVER, D. R., and BUDGELL, K. L. 2006. Effect of Strain of Layer and Age at Photostimulation on Egg Production, Egg Quality, and Bone Strength. **Poultry Science**. v.85, p.1136-1144.

SUGETA, S.M.; GIACHETTO, P.F.; MALHEIROS, E.B.; MACARI, M.; FURLAN, R.L. Efeito da restrição alimentar quantitativa sobre o ganho compensatório e composição de carcaça de frangos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.7, p.903-908, jul. 2002.

SUMMERS, J.D.; LEESON, S.; SPRATT, D. Rearing early maturing pullets. **Poultry Science**, v.66, p.1750-57, 1987.

THORP, B.H. Abnormalities in the growth of long bones. In: Whitehead CC, editor. Bone biology and skeletal disorders in poultry. Proceedings of the 23th Poultry Science Symposium. Abingdon, Oxfordshire, UK. Abingdon (UK): Carfax; 1992. p.147-166.

VARGAS JUNIOR, J.G.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 13 a 20 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1263-1273, 2004.

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.

WATKINS, B. A.; LIPPMAN, H. E.; LE BOUTEILLER, L.; LI, Y.; SEIFERT, D. M. F. Bioactive fatty acids: role in bone biology and bone cell function. **Progress in Lipid Research**, v.40, p.125-148, 2001.

WHITEHEAD, C. C., 1996. Nutrition and bone disorder. Pages 161– 171 *in*: Proceedings of the World's Poultry Congress. Vol. II. WPSA, New Delhi, India.

WHITEHEAD C.C. 2004: Overview of bone biology in the egg-laying hen. **Poultry Science**. 83, 193-199.

WONG-VALLE, J.; MCDANIEL, G.R.; KUHLLERS, D.L. and BARTELS, J.E. 1993. Correlated responses to selection for high or low incidence of tibial dyschondroplasia in broilers. **Poultry Science** 72:1621–1629.