

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE JABOTICABAL

Fibra solúvel na dieta de poedeiras semipesadas

Evandro Menezes de Oliveira

Zootecnista

Jaboticabal – São Paulo

2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE JABOTICABAL

Fibra solúvel na dieta de poedeiras semipesadas

Evandro Menezes de Oliveira

Orientadora: Profa. Dra. Isabel Cristina Boleli

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Zootecnia**

Jaboticabal – São Paulo

2014

Oliveira, Evandro Menezes
O48f Fibra solúvel na dieta de poedeiras semipesadas / Evandro
Menezes de Oliveira. – – Jaboticabal, 2014
vi, 50 f. : il.; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014

Orientadora: Isabel Cristina Boleli

Banca examinadora: José Roberto Sartori, Hirasilva Borba

Bibliografia

1. Aves de postura. 2. Colesterol. 3. Pectina Cítrica. I. Título.
- II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5:636.087

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da
Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de
Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Evandro Menezes de Oliveira – nascido em 22 de maio de 1988, na cidade de Brasília (DF), filho de Evandro de Oliveira Silva e Elizabeth Menezes de Oliveira, ingressou em fevereiro de 2006, no curso de Zootecnia da União Pioneira de Integração Social – UPIS, Campus Planaltina, graduando-se em dezembro de 2009. Em março de 2012, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista – Unesp, Campus de Jaboticabal, sob orientação da Prof^a Dr^a Isabel Cristina Boleli.

*"I was here, I did, I've done, everything that I wanted
And it was more than I thought it would be
I will leave my mark so everyone will know
I was here"*

Beyoncé Knowles

DEDICATÓRIA

Obviamente essa dedicatória é destinada aqueles que nunca me deixaram faltar nada. Meus queridos, pai, mãe e irmã, não dedico apenas este, mas todos os méritos que eu conquistar. Vocês são o alicerce de tudo na minha vida, por isso, essa minha incessante vontade de estar sempre superando meus próprios medos e ainda espero chegar muito mais longe, como prova de que vocês já fizeram de tudo que podiam para nossa educação, e agradeço por ser quem eu sou graças a tudo que vocês fizeram até hoje por nós.

Toda minha dedicação acontece por duas simples frases que me serviram de combustível para poder chegar até aqui, que foram ditas pela boca de cada um de vocês **Mãe** (*Proteção de Deus, gasolina e carteira no bolso, você só vai precisar disso e esse mundo é seu*) **Pai** (*Não quero que você seja o melhor, mas sim esteja entre os melhores*). Cá estou eu, com a maior felicidade, ansiedade e nervosismo escrevendo a minha dissertação de mestrado, mas parei por alguns instantes para escrever minha dedicatória e lembrei dessas duas frases que sempre me levam a diante, e também para dizer que estou seguindo o que deixaram guardado em mim. Contudo, Mãe mesmo sendo super “cabeça de vento” todos os dias ao sair de casa as únicas coisas que lembro são “Proteção, gasolina e carteira no bolso”. Pai, só pra relembrar que desde quando entrei na faculdade eu queria muito trazer orgulho a vocês, mas pra mim seria um obstáculo enorme por estar num meio desconhecido, com 40 alunos todos completamente diferentes de mim (em sua maioria *Cowboys*), que me viam como concorrente, e que faziam com que eu me sentisse rebaixado, mesmo assim lutando contra meus próprios medos, eu não desanimei e para finalizar seis alunos sobram (ou alcançaram) a tão sonhada formatura da graduação, deste modo, achei que já estaria cumprindo o que você me disse, mas ainda era pouco e assim consegui chegar na mais conceituada faculdade de zootecnia do Brasil e que está dentre as 100 melhores universidades do mundo, e agora sim terminando o meu curso de Mestrado em zootecnia vejo o que você quis me dizer a algum tempo atrás.

A minha irmã, nem preciso dizer que foi o maior presente que vocês me concederam, obrigado por terem nos dado a melhor educação que podíamos ter e por hoje sabermos que somos complementares, e que os melhores momentos da minha vida foram ao lado dela. Saibam também que mesmo não estando presente diariamente na vida de vocês, nós sempre estaremos unidos e eu só tenho a agradecer a Deus por ter constituído nossa família, e louvar pelos ínfimos ou até mesmo desconsideráveis problemas que temos. Amo vocês e que Deus continue nos abençoando sempre!

AGRADECIMENTOS

À Deus pela força e competência para poder ter a coragem de ter seguido em frente para a realização de um sonho.

À minha orientadora, Prof^a. Dra. Isabel Cristina Boleli, principalmente pela orientação, pois este posto é uma de suas maiores competências, por estar sempre disponível, por saber como lidar com as pessoas com liderança de um profissional e com o carinho de uma amiga, pelos ensinamentos, compreensão, paciência, atenção e dedicação. Agradeço também pela oportunidade e confiança em mim depositada ao fazer parte do seu grupo de estudo e por poder realizar este trabalho.

Ao Time da Bebel, pelo bem-estar e por todos os bons adjetivos que eu possa pensar para os pertencentes deste grupo, a satisfação de trabalhar com pessoas companheiras, honestas e competentes me deu mais força para seguir a caminhada. Obrigado a Rachel Santini, Ana Flávia, Rafael Farinha, Karina Pedersoli, Tamiris Iara, Mariana Thimoteo, Viviane Morita, Vitor Rosa, João galinha, Sarah Sgavioli, Vanessa Silva, Joice e Mamadeira, pela ajuda, dedicação e companheirismo, e principalmente a Gisele por ter me aturado todos os dias, pelos gestos e palavras de carinho, pelas suas dúvidas que me engrandeceram como profissional a cada dia dos sete intensos meses que ficamos interligados.

Aos funcionários pelo auxílio durante o trabalho de campo e análises laboratoriais.

- Setor de Avicultura: Robson, Vicente e Izildo.
- Fabrica de Ração: Sr. Osvaldo e Helinho.
- Laboratório de Nutrição Animal: Ana Paula, Sr. Orlando e Joice.
- Laboratório de Morfologia e Fisiologia Animal: Sr. Orandi e Edmar.

Às entidades de amparo à pesquisa que conceberam as bolsas de estudo e pelo auxílio financeiro para a execução desse projeto.

Agradeço também a todos os meus colegas de república que me ensinaram lições, que serviram como ensinamentos que ficarão guardados para o resto da vida. Valéria, Amélia, Renato, Rafinha, Camila e Gabriel por nossa caminhada e pelos momentos de trabalho e diversão.

Pela verdadeira amizade, irmandade e conselhos imensamente relevantes dos meus amigos Luanna Sampaio, Márcio Duarte, Bruna Cabral e Michaela Larissa.

Aos meus avós José Menezes e Maria José, e familiares por sempre estarem orando e acreditando em mim. E aos familiares que mesmo não tendo muito contato fazem parte da minha vida e nunca serão esquecidos.

À minha família Rocha Pinheiro, Cláudia, Carlos, Rafael, Fernanda, Renan, Malu e Larinha pelo acolhimento, por serem muito mais que amigos e por fazerem com que eu me sentisse amado, simplesmente por sentirem minha falta perguntando “quando que você volta?”. Principalmente a Vó Antônio, que me faz chorar toda vez que preciso me despedir dela.

À minha família Barcelos Barato, pela hospitalidade, compreensão, salvação e pelo dia a dia, obrigado por terem aparecido na minha vida e por estarem presentes desde o primeiro dia que cheguei aqui, tenho certeza que vocês são anjos que me ajudaram principalmente nos momentos mais difíceis.

À todos que estiveram e contribuíram comigo durante essa fase da minha vida, e também nos momentos extracurriculares, nos finais de semana, nas festas e nas viagens. Obrigado pelos momentos que passamos juntos que foram essenciais para meu crescimento pessoal e profissional.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

1. LISTA DE TABELAS.....	i
2. LISTA DE FIGURAS.....	iii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. Produção e composição dos ovos	2
2.2. Fibra solúvel: pectina	4
2.3. Digestibilidade da ração.....	5
3. OBJETIVOS.....	5
4. MATERIAL E MÉTODOS	6
4.1. Desempenho das aves e qualidade dos ovos	6
4.1.1 Aves	6
4.1.2. Galpão experimental	7
4.1.3. Dieta.....	7
4.1.4. Desempenho.....	7
4.1.5. Composição dos ovos.....	7
4.1.6. Características físicas dos ovos.....	9
4.1.7. Características químicas dos ovos	10
4.2. Digestibilidade da ração.....	11
4.3. Análise estatística	13
5. RESULTADOS	14
5.1. Desempenho.....	14

5.2. Peso corporal.....	15
5.3. Constituintes do ovo	15
5.4. Características físicas dos ovos.....	19
5.5. Características químicas dos ovos	26
5.6. Digestibilidade da ração.....	34
6. DISCUSSÃO.....	37
7. CONCLUSÕES.....	41
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

FIBRA SOLÚVEL NA DIETA DE POEDEIRAS SEMIPESADAS

RESUMO – Dois experimentos foram realizados para com o objetivo de analisar se a ingestão de até 5% de pectina cítrica altera o desempenho, o peso corporal, a digestibilidade da ração e a composição física e química dos ovos de poedeiras semipesadas. No primeiro experimento foram utilizadas duzentas poedeiras *Lohmann Brown*, da 29^a até a 41^a semana de idade, distribuídas homogeneamente pelo peso corporal ($1,70\text{kg} \pm 0,31\text{kg}$) em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), cinco tratamentos com porcentagens de fibra solúvel nas dietas (ração controle sem pectina, 2%, 3%, 4% e 5% de pectina cítrica purificada), com cinco repetições de oito aves por unidade experimental. O desempenho foi analisado no período total do experimento e os ovos analisados em 4 períodos intercalados de três semanas (31^a, 34^a, 37^a e 40^a semanas de idade). Os resultados mostraram que o desempenho das aves mediante a ingestão de fibra solúvel não alterou o consumo de ração, produção de ovos e peso dos ovos não foram alterados durante o período experimental e consequentemente a conversão alimentar também não teve variação. O peso corporal das aves que ingeriram ração padrão sem pectina tiveram aumento no ganho de peso da 29^a à 41^a semana de idade, não observado nas poedeiras que receberam ração com pectina. O peso dos ovos aumentou com a ingestão de ração com 3%. As características físicas e químicas dos ovos foram alteradas de acordo com a porcentagem de pectina e idade das aves, e o colesterol da gema é diminuído quando a pectina é ingerida por até 6 semanas. No segundo experimento foram utilizadas oitenta poedeiras *Lohmann Brown*, na 37^a semana de idade, distribuídas em (DIC), cinco tratamentos com porcentagens de fibra solúvel nas dietas (ração controle sem pectina, 2%, 3%, 4% e 5% de pectina cítrica purificada), com cinco repetições de quatro aves por unidade experimental. Analisou-se a digestibilidade dos nutrientes da ração pelo método de coleta total de excretas durante 5 dias. Os resultados mostraram que a pectina aumenta o volume e umidade da excreta e os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes tendem a diminuir com o aumento da porcentagem de fibra.

Palavras-chave: aves de postura, colesterol, pectina cítrica, produção de ovos, química do ovo

SOLUBLE FIBER ON THE DIET OF LAYING HENS

ABSTRACT - Two experiments were conducted in order to evaluate whether ingestion of up to 5% of citrus pectin alters the performance, body weight, digestibility of feed and the physical and chemical composition of egg of laying hens. In the first experiment two hundred Lohmann Brown laying hens were used in the 29th to 41th week of age, the body weight evenly distributed ($1.70\text{kg} \pm 0.31\text{kg}$) in a completely randomized design with five treatments in percentages of soluble fiber diets (control diet without pectin, 2%, 3%, 4% and 5% of purified citrus pectin), with five replicates of eight birds each. The performance and the eggs were analyzed in the total period of the experiment and analyzed for 4 interspersed periods of three weeks (31th, 34th, 37th and 40th weeks of age). The results showed that the performance of birds fed with soluble fiber intake did not affect feed intake, egg production and the egg weight were not changed during the experimental period and consequently the feed conversion was also no affected. The body weight of the birds that ate standard feed without pectin had an increase in weight gain of the 29th to 41st week of age, it was not observed in laying hens fed diets with pectin. Egg weight was increased with feed intake with 3%. The physical and chemical characteristics of the eggs were changed according to the percentage of pectin and age of the birds, and the yolk cholesterol is decreased when the pectin is ingested for up to six weeks. In the second experiment eighty Lohmann Brown hens were used at 37 weeks of age, in with five treatments percentages of soluble fiber in the diet (control diet without pectin, 2%, 3%, 4% and 5% pectin purified citrus), with five replicates of four birds per experimental unit. We analyzed the digestibility of the ration by the method of total excreta collection for 5 days. The results showed that pectin increases the volume and the moisture of excreta and the digestibility coefficients of nutrients tend to decrease with increasing percentage of fiber.

Keywords: laying hens, cholesterol, citrus pectin, egg production, egg chemical

I. LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual da ração controle e ração experimental, com os níveis nutricionais calculados das rações.....	8
Tabela 2. Peso e percentagem dos componentes dos ovos de poedeiras semipesadas, de acordo com a idade e porcentagem de pectina na ração.....	17
Tabela 3. Espessura da casca e gravidade específica dos ovos de poedeiras semipesadas de acordo com a idade e porcentagem de pectina na ração.....	19
Tabela 4. Desdobramento da interação entre idade e porcentagem de pectina na ração, para gravidade específica dos ovos de poedeiras semipesadas.....	20
Tabela 5. Características físicas dos ovos de poedeiras semipesadas, de acordo com a idade e a porcentagem de pectina na ração.....	21
Tabela 6. Desdobramento da interação entre idade e porcentagem de pectina na ração, dos parâmetros de características físicas dos ovos de poedeiras semipesadas.....	25
Tabela 7. Composição química da casca dos ovos de poedeiras semipesadas de acordo com a idade e porcentagem de pectina na ração.....	26
Tabela 8. Composição química do albúmen dos ovos de poedeiras semipesadas de acordo com a idade e porcentagem de pectina na ração.....	27
Tabela 9. Composição química e concentração de colesterol da gema dos ovos de poedeiras semipesadas, de acordo com a idade e porcentagem de pectina na ração.....	29
Tabela10. Valores médios de volume e umidade da excreta, e coeficientes de digestibilidade para poedeiras semipesadas de acordo com a porcentagem de pectina na ração.....	34

III. LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Consumo de ração (A), quantidade de ovos (B), peso dos ovos (C) e conversão alimentar (D) de poedeiras semipesadas da 29^a à 41^a semana, de acordo com a porcentagem de pectina na ração.....27
- Figura 2. Peso corporal das poedeiras no início e final do período experimental (29^a e 41^a semana de idade), de acordo com a porcentagem de pectina na ração. A-B, a-b: comparação das médias entre os tratamentos e dentro de cada tratamento, respectivamente ($P<0,05$).....17
- Figura 3. Peso médio dos ovos (A), peso da casca (B), peso do albúmen (C) e peso da gema (D) dos ovos de poedeiras semipesadas na 31^a, 34^a, 37^a e 40^a semana de idade, de acordo com o conteúdo de pectina na ração. respectivamente ($P<0,05$).....18
- Figura 4. Conteúdo de matéria mineral (%) do albúmen dos ovos de poedeiras semipesadas, de acordo com a porcentagem de pectina na ração. A-B, a-b: comparação das médias entre os tratamentos e dentro de cada tratamento, respectivamente ($P<0,05$).....28
- Figura 5. Proporção entre a umidade (%) e matéria seca (%) da gema dos ovos de poedeiras semipesadas, na 34^a e 40^a semana de tratamento, de acordo com a porcentagem de pectina na ração. A-C, a-c: comparação das médias entre os tratamentos em cada semana e entre as semanas dentro de cada tratamento, respectivamente ($P<0,05$).....30
- Figura 6. Porcentagem de lipídeo (A), proteína (B), cinzas (C) e extrativo não nitrogenado (D) da gema dos ovos de poedeiras semipesadas na 34^a e 40^a semana de tratamento, de acordo o conteúdo de pectina na ração. .32
- Figura 7. Composição de colesterol (mg/100g) da gema dos ovos de poedeiras semipesadas na 34^a e 40^a semana de tratamento, de acordo com o conteúdo de pectina na ração.33
- Figura 8. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) para: (A) volume e (B) umidade das excretas de poedeiras semipesadas em o ensaio de digestibilidade com dieta contendo pectina cítrica.....35
- Figura 9. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) para: (A) coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), (B) matéria orgânica (CDMO), (C) matéria mineral (CDMM), (D) proteína bruta (CDPB) e (E) extrato etéreo (CDEE) de poedeiras semipesadas em ensaio de digestibilidade com dieta contendo pectina cítrica.....36

1. INTRODUÇÃO

O ovo possui alto teor de proteínas de excelente qualidade, gorduras, vitaminas e minerais, bem como substâncias benéficas à saúde e prevenção de doenças, que o tornam um alimento funcional (SOUZA-SOARES e SIEWERDT, 2005). Além de ser uma fonte rica de nutrientes, o ovo é um alimento de baixo custo e de fácil aquisição para o consumidor. Apesar disso, sua concentração de gordura tem gerado preocupação e controvérsias quando se fala em redução do consumo de produtos de origem animal e melhoria da saúde humana (NAKAMURA et al., 2006; LEE e GRIFFIN, 2006). Informações distorcidas colocam o consumo de ovos como vilão da saúde humana, e causador ou acentuador de problemas cardiovasculares e diabetes (DJOUSS'E et al., 2009). Isso tem prejudicado o crescimento da avicultura de postura, e levado vários grupos de pesquisa a estudarem mecanismos práticos que possam viabilizar a produção de ovos com menor teor lipídico.

A composição nutricional do ovo varia com a linhagem, alimentação e estado sanitário das aves (FARIA et al., 2002), sendo a composição protéica, de ácidos graxos e de colesterol da gema a mais influenciada pela dieta. Estudos voltados à diminuição de colesterol no ovo têm envolvido seleção genética e alteração do manejo nutricional das aves (ELKIN, 2004). A alta susceptibilidade das linhagens atuais de postura às variações dos níveis nutricionais da dieta torna o manejo nutricional e a composição da ração fatores de grande influência sobre a qualidade interna e externa dos ovos (Costa et al., 2008), que têm estimulado estudos sobre novos ingredientes e aditivos na ração (FANCHIOTTI et al., 2010; OBA et al., 2005; BARRETO et al., 2006; THIMOTHEO, 2012).

Segundo Jenkins e Wolever (2003), algumas doenças cardiovasculares, diabetes e obesidade estão relacionadas com a falta de ingestão de fibras. O uso de pectina na ração de animais de laboratório animal mostrou efeito hipolipidêmico, hipocolesterolêmico, hipotriglicerolêmico e hipoglicêmico, bem como sensação de saciedade (FIETZ e SALGADO, 1999). No caso específico de linhagens de postura,

Thimotheo et al. (2012) verificaram que adição de 0,5% e 1% de pectina na ração de poedeiras *Isa Brown* diminui o conteúdo de cinzas e aumenta o extrato etéreo do albúmen, respectivamente, bem como melhora no peso e qualidade dos ovos da 28ª à 35ª semana de idade, que foram mantidos até a 40ª semana. O presente estudo analisou se a adição de 2 à 5% de pectina cítrica na dieta de poedeiras semipesadas alteram o desempenho das aves, a digestibilidade das rações e na composição física e química dos ovos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção e composição dos ovos

A seleção de linhagens de aves de postura objetivou maior produção e peso de ovos, melhor conversão alimentar e menor porcentagem de ovos com defeitos na casca (COSTA et al., 2008), o que propiciou aumento no número de ovos/ano de 80 para 318 e no peso médio dos ovos de 55 para 57g, bem como melhora da conversão alimentar de 4,1 para 1,4, de 1910 à 2001.

As aves utilizam os nutrientes provenientes da sua alimentação para a produção dos ovos (BERTECHINI, 2006). A gema (gameta feminino) é resultante do crescimento do oócito, o qual durante o desenvolvimento folicular ovariano incorpora proteínas, minerais, vitaminas, hormônios e lipídios (SOUZA-SOARES E SIEWERDT, 2005). Após a ovulação, já no oviduto lateral direito, a gema está envolta pela membrana vitelínica e inicia-se em torno da gema, a deposição sequencial do albúmen, das membranas interna e externa, e a paliçada, água e cutícula da casca dos ovos, no magno, istmo e útero, respectivamente. Para Gava (1984), a composição nutricional do ovo está dividida de forma diferenciada em seus componentes internos (albúmen e gema). O teor de umidade do albúmen é de 80% e gema é em torno de 50%, na composição da matéria seca estão os carboidratos,

sais minerais, proteínas e lipídeos. No albúmen o nutriente em maior quantidade é a proteína com 10%, sais minerais 1% e lipídeos com 0,1%. Entretanto, na gema são 16% de proteína, 1,5% minerais e em maior concentração estão os lipídeos com 30% (MADRID et al., 1996).

A deposição de lipídeos na gema ocorre de duas maneiras, proveniente da dieta ou sintetizado pelo próprio organismo da ave com a participação dos sistemas digestório, circulatório, reprodutor e do tecido adiposo (JOHNSON, 2000). No primeiro caso, o lipídio é proveniente da fração energética da ração, enquanto que no segundo, ocorre formação lipídica a partir de nutrientes como carboidratos e proteínas (MACHADO, 2002).

Segundo Amabis e Martho (2004), na porção duodenal do intestino, as gorduras ingeridas são emulsificadas pelos sais biliares, formando micelas mistas. Em seguida, as lipases degradam os triacilglicerídeos em ácidos graxos livres e monoglicerídeos, os quais são reconvertidos em triglicerídeos no interior dos enterócitos jejunais, onde reagem com proteínas, juntamente com fosfolipídios, colesterol, ácidos graxos livres e vitaminas lipossolúveis, formando os quilomicrons, denominados nas aves de portomicrons. Estes são liberados no espaço intercelular e via circulação venosa chegam ao tecido hepático, sendo hidrolisados a ácidos graxos livres e glicerol. Os ácidos graxos livres são utilizados no metabolismo energético dos tecidos ou são esterificados e conjugados a apoproteínas, formando lipoproteínas que são liberadas na corrente sanguínea. Seja de origem alimentar ou hepática, os lipídios são lançados na circulação como lipoproteínas, sendo que as mais importantes para as poedeiras são a lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL) e a de baixa densidade (LDL) (DIAS, 1999).

O colesterol é biossintetizado principalmente no fígado e incorporado em vitelogenina (VTG) e em lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), as quais são secretados para a corrente sanguínea e, posteriormente, incorporados pelos oócitos por endocitose mediada por receptores, formando a gema (ELKIN, 2004). Dessa forma, o componente lipídico da gema consiste de fração de lipoproteínas de baixa densidade, que fornece 22% de proteína e 93% de lipídio, este último

constituído em 70% por triglicérides, 25% por fosfolipídios e colesterol livre e 5% por ésteres de colesterol (JOHNSON, 2000).

4.2. Fibra Solúvel: pectina

Existem três tipos principais de carboidratos oriundos dos vegetais: açúcares, amido e fibras (CUNNIGHAM, 1960). As fibras são carboidratos estruturais presentes em todas as células vegetais, classificadas como insolúveis ou solúveis de acordo com sua afinidade com a água e possível geleificação, podendo ocasionar alta viscosidade da digesta no trato gastrointestinal, dependendo da quantidade de polissacarídeos não amiláceos ingeridos (BRITO et al., 2008), o que causa o aumento do volume do bolo alimentar e do tempo de trânsito intestinal, dando a sensação de saciedade, além de interferir na disponibilidade de outros nutrientes (FIETZ e SALGADO, 1999; GUTKOSKI I e TROMBETA, 1999; SANTOS JUNIOR, 2003; SILVA et al., 2012). A pectina pode ser classificada como de alta ou de baixa esterificação, determinado pela proporção entre ácido galacturônico metilado e não metilado presente na molécula de pectina (PENNA, 2002). As pectinas com alto grau de esterificação apresentam um teor de ácido galacturônico metilado acima de 50% (VORAGEN et al., 1995), que vão promover maior afinidade com a água em relação ao grau de esterificação e propensão a formação de um gel (JELTEMA e ZABIK, 1980).

Segundo Jenkins e Wolever (2003), algumas doenças cardiovasculares, diabetes e obesidade estão relacionadas com a falta de ingestão de fibras. Isso teria sido revelado pelos estudos que demonstraram efeitos hipolipidêmico, hipocolesterolêmico, hipotriglicêmico e hipoglicêmico da ingestão da fibra solúvel por animais de laboratório e humanos (FERNANDEZ e JORGENSEN, 1986; GRAHAM e AMAN, 1987; FERNANDEZ et al., 1994; FIETZ e SALGADO, 1999; CARR et al., 2003; JENKINS e WOLEVER, 2003; FREITAS e JACKIX, 2005). No caso de aves, o uso de fibra solúvel, como a pectina cítrica, tem recebido atenção especial em função de seu efeito redutor da deposição ou tipo de gordura depositada (SILVA et al., 2012).

A pectina é encontrada no pericarpo de frutas cítricas, maracujá e maçã, de onde pode ser extraída e utilizada na alimentação animal (FERNANDEZ et al., 1994; FIETZ e SALGADO, 1999; FREITAS e JACKIX, 2005; SILVA, 2012). O Brasil é um dos maiores produtores e o maior exportador de sucos cítricos (LUZIA e JORGE, 2009), cujas indústrias geram resíduos ricos em fibras, que têm sido analisados quanto ao seu potencial de utilização na alimentação animal.

2.3. Digestibilidade da Ração

A digestibilidade determina a bio-disponibilidade dos nutrientes encontrados no alimento, em consequência da ação enzimática, absorção, trânsito e atividade da microbiota (LARBIER e LECLERQ, 1994), sendo indispensável em estudos sobre o uso de novos ingredientes ou de aditivos na ração, uma vez que auxilia o entendimento dos reais efeitos sobre o desempenho das aves.

Dentre as metodologias de ensaio de digestibilidade, a coleta total de excretas (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007) utiliza os dados de consumo de ração, produção total de excretas e as análises bromatológicas (da ração e das excretas) para determinação dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes (SIBBALD e SLINGER, 1963). Segundo Silva (2010) e Silva et al. (2012), verificaram que a ingestão de pectina pelos frangos aumentou os coeficientes de digestibilidade aparente das cinzas e matéria orgânica e, diminuiu os coeficientes da matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta e do cálcio.

5. OBJETIVOS

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de analisar se adição de até 5% de pectina cítrica na dieta altera o desempenho de poedeiras, a digestibilidade da ração e a composição física e química de ovos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento e procedimentos experimentais do presente estudo foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA (protocolo nº 22364/12), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV- Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, Brasil.

Este trabalho conteve dois experimentos: um para análise de desempenho e qualidade dos ovos (Experimento 1) e outro para análise de digestibilidade da ração (Experimento 2). A fase de campo de ambos os experimentos foi conduzida no laboratório de avicultura (entre os meses de setembro à dezembro de 2012) e as análises das amostras foram realizadas nos laboratórios de Nutrição Animal (LANA) e de Histologia e Embriologia, dos Departamentos de Zootecnia e de Morfologia e Fisiologia Animal, respectivamente.

4.1. Experimento 1 - Desempenho das aves e qualidade dos ovos

4.1.1. Aves

Duzentas poedeiras comerciais semipesadas da linhagem *Lohmann Brown*, com 29 semanas de idade, obtidas de criadouro comercial, foram pesadas e distribuídas homogeneamente pelo peso médio corporal ($1,70\text{kg} \pm 0,31\text{kg}$) em um delineamento experimental de inteiramente casualizado em esquema fatorial 5×4 , sendo cinco tratamentos com diferentes porcentagens de fibra solúvel na dieta (ração padrão sem pectina, 2%, 3%, 4% e 5% de pectina cítrica purificada), com cinco repetições de oito aves cada e 4 períodos de análises (31^a, 34^a, 37^a e 40^a semana de idade), durante 12 semanas (da 29^a à 41^a semana de idade). E os resultados foram analisados pela comparação de médias pelo teste Tukey a nível de 5% de significância (SAS Institute, 2002).

4.1.2. O galpão experimental

As aves foram alojadas em duplas, em gaiolas de arame galvanizado (50x40x40cm), com distância de 0,80m do piso, contendo bebedouros tipo nipple e comedouros de calha galvanizada, em galpão convencional de postura (20mx3mx2m, com piso de cimento, paredes de tela e teto coberto por telha de barro), com controle automático do período de luz (claro:escuro = 17h:7h).

4.1.3. Dieta

As rações e água foram fornecidos à vontade, sendo as rações (energia metabolizável 2.800kcal, proteína bruta 15% e cálcio 3,72 %) isoenergéticas e isonutrientes (Tab. 1), formuladas de acordo com as exigências nutricionais das aves estabelecidas por Rostagno et al. (2011) para o período de postura. Neste trabalho (Tab. 1) a pectina extraída de polpa cítrica foi utilizada na porção variável da dieta (pectina GENU símbolo de registro tipo B rapid set-Z, Quantiq, São Paulo).

4.1.4. Desempenho

O desempenho das aves no período experimental (29-41 semanas de idade) foi analisado por meio das variáveis: consumo de ração (g), conversão alimentar (kg ração/kg de ovo), peso médio dos ovos (g), produção total de ovos expressa como número e peso de ovos produzidos por ave (número de ovos/ave e g de ovos /ave). Para tal, todos os ovos produzidos foram enumerados e pesados diariamente e três vezes ao dia (às 8, 12 e 18 horas).

4.1.5. Composição dos ovos

Os componentes e a qualidade interna e externa dos ovos foram analisados à cada três semanas 31^a, 34^a, 37^a e 40^a semana de idade. Os constituintes dos ovos (casca, gema e albúmen) foram analisados quanto a seu peso (g) e a relação desses com o peso total dos ovos.

Tabela1. Composição percentual da ração controle e ração experimental, com os níveis nutricionais calculados das rações.

Ingredientes	Ração (kg)				
	Controle	2%	3%	4%	5%
Milho Grão	64,59	48,22	48,22	48,22	48,22
Soja Farelo 45%	22,81	28,63	28,63	28,63	28,63
Calcário	8,57	9,95	9,95	9,95	9,95
Óleo de Soja	1,64	5,76	5,76	5,76	5,76
Pectina ¹	-	2,00	3,00	4,00	5,00
Caulim	-	3,00	2,00	1,00	0,00
Fostato Bicálcico	1,38	1,12	1,12	1,12	1,12
Sal Comum	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Suplemento Vitamínico e Mineral ²	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
DL-Metionina	0,16	0,298	0,298	0,298	0,298
L-Valina 99%	-	0,073	0,073	0,073	0,073
L-Treonina	-	0,068	0,068	0,068	0,068
L-Lisina HCL	-	0,027	0,027	0,027	0,027
L-Triptofano	-	0,004	0,004	0,004	0,004
Níveis nutricionais calculados					
Energia metab. aves (Mcal/Kg)	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
Proteína bruta (%)	15,28	15,28	15,28	15,28	15,28
Cálcio (%)	3,720	3,720	3,720	3,720	3,720
Fósforo disponível (%)	0,347	0,347	0,347	0,347	0,347
Met.+Cist.dig.aves (%)	0,612	0,612	0,612	0,612	0,612
Metionina dig.aves (%)	0,491	0,491	0,491	0,491	0,491
Lisina dig.aves (%)	0,685	0,685	0,685	0,685	0,685
Treonina dig.aves (%)	0,514	0,514	0,514	0,514	0,514
Triptofano dig.aves (%)	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167
Sódio (%)	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208
Isoleucina dig.aves (%)	0,419	0,419	0,419	0,419	0,419
Fenil.dig.aves (%)	0,456	0,456	0,456	0,456	0,456
Arginina dig.aves (%)	0,916	0,916	0,916	0,916	0,916

¹Pectina de alto grau de esterificação, alto grau de geleificação, alto teor de carboidratos solúveis (85%), não amidada, extraída de polpa cítrica (pectina GENU símbolo de registrado tipo B rapid set-Z, Quantiq, São Paulo).

²Suplemento mineral + vitamínico. Cada quilograma do produto contém: Se 54,6mg, Cu 25.000mg, pantotenato de Ca 1.900mg, niacina 69,30mg, Mn 15.252mg, I 260mg, Zn 18.250mg, biotina 32mg, DL-metionina 270g, colina 120 g, Vit. A 1.400.000 UI, Vit. B1 356mg, Vit. B12 2.000mcg, Vit. B2 1.920mg, Vit. B6 693mg, Vit. D 600.000, Vit. E 5.000mg, Vit. K 196,5mg, antioxidante 100mg, coccidiostático 22.000mg.

4.1.6. Características Físicas dos Ovos

As características físicas analisadas nos ovos foram: gravidade específica (g/ml), altura de albúmen (mm), altura de gema (mm), largura de gema (mm), índice gema (mm), cor da gema e unidade Haugh, espessura da casca (mm).

Para determinação da gravidade específica, os ovos foram imersos em água, e, em seguida, em soluções salinas com crescentes níveis de densidade, variando de 1,0650 a 1,0950 com intervalos de 0,005, como proposto por Moreng & Avens (1990). As concentrações das soluções salinas foram ajustadas periodicamente com a utilização de um densímetro de petróleo para líquidos.

Para obtenção da altura de albúmen (mm) e de gema (mm), largura de gema (mm), índice gema (mm), cor da gema e unidade Haugh foram utilizados três ovos de cada repetição/tratamento, com peso correspondente à média de peso da produção do dia. Os ovos foram inicialmente pesados e depois quebrados individualmente, em uma mesa de vidro branca, e a altura do albúmen e gema aferida com um micrômetro de mesa e a largura com um paquímetro. Os índices de gema foram calculados dividindo-se o valor de sua altura (mm) pelo de sua largura (mm). E com os resultados da altura do albúmen calculou-se a Haugh (UH), $UH = 100 \log (h + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$, sendo UH: unidades Haugh, h: Altura do albúmen em milímetros e W: peso do ovo em gramas. Logo após, as gemas cruas foram avaliadas quanto a sua coloração com um leque colorimétrico (DSM), com escala de cores variando 1 a 15.

A espessura da casca foi mensurada após lavagem em água corrente e secagem à temperatura ambiente por cinco dias. As mensurações da espessura da casca foram realizadas nas regiões apical, equatorial e basal dos ovos, incluindo as membranas internas, com micrômetro digital (Mitutoyo - resolução 0,001 mm), obtendo-se a espessura média, expressa em milímetros (mm).

4.1.7. Características Químicas dos Ovos

As seguintes variáveis foram analisadas: matéria seca, umidade, extrato etéreo, cinzas, proteína bruta e extrativo não nitrogenado da casca, gema e albúmen. As amostras foram submetidas inicialmente a pré-secagem em estufa 55°C (por três dias) para conservar o material (AOAC, 1995). Após a pré-secagem, as amostras foram pesadas e, em seguida, moídas em moinho de bola para posteriores análises de matéria seca, umidade, matéria mineral, gorduras totais e proteína bruta (SILVA & QUEIROZ 2012). As amostras (1g/amostra) foram mantidas por 12h em estufa à 105°C, para a retirada total de toda a umidade. Em seguida, elas foram pesadas para obtenção da 2ª matéria seca. Em seguida, as amostras foram mantidas em mufla à 550 °C por 4 horas, para a obtenção da matéria mineral (cinzas). No caso do albúmen, foi adicionado 2g de areia à cada amostra, para impedir a fervura e possível expansão do material pelo cadinho. O teor de extrato etéreo (EE) do albúmen e da gema foi determinado segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002), utilizando-se aparelho de extração Soxhlet por um período de 5 horas. As amostras desengorduradas foram utilizadas para a mensuração de proteína bruta, pela metodologia de combustão de Dumas, utilizando-se analisador de nitrogênio Leco FP-528 LC (SADER et al., 2004), que fornece o valor de nitrogênio total das amostras, que deve ser multiplicado pelo fator de correção de 6,25 para a obtenção do resultado real de proteína bruta total de cada amostra. Todos os cálculos foram corrigidos para a matéria seca e expressos em porcentagem (%) e em gramas (g) na matéria natural.

A determinação do colesterol da gema foi realizada em duplicata, utilizando-se 2 gemas/parcela, seguindo o método de Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2003), modificado por Mazalli, Saldanha & Bragagnolo (2003), o qual envolve saponificação direta das amostras e extração da matéria insaponificável. Para a saponificação direta, 0,25 g de amostra foi pesada em tubo de ensaio com tampa rosqueável de 70 mL, á qual foi adicionado 10 mL de solução contendo 2% KOH em etanol absoluto. Posteriormente, os tubos foram colocados em banho-maria à 50°C e mantidos sob agitação por 2 horas. Em seguida, 5 mL de água milli-Q foram adicionadas á cada uma das amostras, as quais foram mantidas sem aquecimento e agitação até

esfriarem. Para extração da matéria insaponificável, 10 mL de hexano foram adicionados à cada amostra, as quais foram mantidas sob agitação em vortex por 1 minuto. Após a separação, a fase hexânica foi transferida para um tubo com tampa rosqueável de 50 mL. Efetuou-se a extração por mais 2 vezes. Para a determinação do colesterol pelo método enzimático foi utilizado kit comercial (Bioliquid), cuja enzima colesterol oxidase reage com o grupo 3 b-OH dos esteróis produzindo peróxido de hidrogênio que através de uma reação secundária produz luteína, um composto de coloração rosada. Uma alíquota de 0,5 mL do extrato de hexano foi seco sob N². Em seguida, 0,5 mL de isopropanol 2% grau cromatográfico foi adicionado e efetuada a agitação em vortex. Em seguida, 3 mL do reativo enzimático foi adicionado, para determinação direta de colesterol. Após a realização de tratamento térmico em banho-maria à 37°C por 10 minutos, as amostras foram mantidas em repouso por uma hora e trinta minutos à temperatura ambiente, para leitura da absorbância em espectrofotômetro, contra o branco, igualmente preparado, a 499 nm. A curva de calibração foi construída a partir de uma solução padrão de colesterol (2 mg/mL), composta por 11 concentrações, inicialmente de 0 a 5 µg e depois variando de 5 em 5 µg. O cálculo do teor de colesterol em mg/100 g de produto foi dado pela relação: $[\text{Colesterol}] = (C/1000) / M * 100$, sendo C o teor de colesterol expresso em µg e M a massa, expressa em grama.

4.2. Experimento 2 - Digestibilidade da ração

Oitenta poedeiras comerciais semipesadas da linhagem *Lohmann Brown* com 28 semanas de idade, obtidas de criadouro comercial, foram pesadas e distribuídas homogeneamente pelo peso médio corporal ($1,70\text{kg} \pm 0,31\text{kg}$) em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) de cinco tratamentos, que consistiram de diferentes porcentagens de fibra solúvel na dieta (ração padrão sem pectina, ração com 2%, 3%, 4% e 5% de pectina cítrica), com quatro repetições de quatro aves cada, durante 5 dias (na 37ª semana de idade). Os resultados foram analisados pela comparação de médias pelo teste Tukey a nível de 5% de significância (SAS Institute, 2002).

Nesse período, as aves foram alojadas em duplas, em gaiolas de arame galvanizado (50x40x40cm), com distância de 0,80m do piso, contendo bebedouros tipo nipple e comedouros de calha galvanizada, em galpão convencional de postura (20mx3mx2m, com piso de cimento, paredes de tela e teto coberto por telha de barro), com controle automático do período de luz (17h claro:7h escuro). Na 36ª semana de idade, as aves foram transferidas para o galpão de digestibilidade, com as mesmas medidas do galpão convencional de postura, entretanto a diferença entre os galpões está nas gaiolas especializadas para o ensaio de digestibilidade, essas gaiolas (50x50x50cm) de arame galvanizado possuem em sua parte inferior placas de alumínio que recebem as excretas das poedeiras.

Uma semana após a adaptação das aves, na 37ª semana de idade, durante cinco dias consecutivos, para o ensaio de metabolismo, foi determinada a quantidade de ração consumida diariamente e realizada a coleta total de excreta, por repetição (4 repetições de 4 aves/tratamento). No primeiro e no quinto dia, foi adicionado óxido férrico à ração, para determinação do início e o término da coleta das fezes. As excretas coletadas foram pesadas logo após coleta, homogeneizadas e congeladas em freezer -20°C, sendo mantidas até o processamento para realização das análises. Após o período experimental, as amostras de excreta foram descongeladas e homogeneizadas. Cerca de 400g/repetição de amostra de excreta e ração foram mantidas em estufa de circulação forçada de ar à 55°C por três dias, para secagem. Em seguida, as amostras foram moídas individualmente em moinho de bola durante 1 minuto e mantidas em potes de plástico à temperatura ambiente até a realização das análises. Para a determinação de matéria seca, matéria mineral e matéria orgânica, proteína bruta, 1g por amostra foi mantida à 105°C por 12 horas, e pesadas para determinação de matéria seca. Sequencialmente, as amostras foram transferidas para mufla à 550°C onde permaneceram por 4h para determinação do conteúdo de cinzas. O conteúdo de matéria orgânica correspondeu à diferença entre os pesos da matéria seca e cinzas. A determinação do conteúdo de proteína bruta foi realizada pelo método de combustão de Dumas (Leco FP-528) e o conteúdo de extrato etéreo foi determinado pelo método de Soxhlet de acordo com a metodologia preconizada pela AOAC (1995). Utilizou-se as equações propostas por Matterson ET AL. (1965) para os cálculos dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes.

4.3. Análises estatísticas

4.3.1 Experimento 1: Os dados foram verificados quanto à presença de *outliers* e testados quanto às pressuposições de normalidade dos erros estudantilizados e de homogeneidade de variâncias. Depois de constatada a não violação dessas pressuposições, Os dados foram submetidos à análise de variância através do procedimento *General Linear Model* (GLM) do programa SAS® (SAS Institute, 2002), segundo um delineamento inteiramente casualizado:

- Desempenho: o delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) sendo 5 tratamentos e 4 repetições.
- Características físicas dos ovos foi realizado (DIC) em esquema fatorial 5x4, sendo cinco tratamentos (ração padrão sem pectina e ração com 2%, 3%, 4% e 5% de pectina cítrica) e 4 períodos de análises (31^a, 34^a, 37^a e 40^a semana de idade).
- Características químicas dos ovos foi realizado (DIC) em esquema fatorial 5x2, sendo cinco tratamentos (ração padrão sem pectina e ração com 2%, 3%, 4% e 5% de pectina cítrica) e 2 períodos de análises (34^a e 40^a semana de idade).

4.3.2 Experimento 2: Para os parâmetros de digestibilidade, o delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) sendo 5 tratamentos e 4 repetições. Os dados foram verificados quanto a presença de *outliers*, e testados quanto às pressuposições de normalidade dos erros estudantilizados e homogeneidade de variâncias. Os dados foram submetidos à análise de variância através do procedimento *General Linear Model* (GLM) do programa SAS® (SAS Institute, 2002), procedendo-se a análise de regressão para as dietas que contém os níveis de pectina cítrica.

As médias foram comparadas pelo teste Tukey a nível de significância 5%.

5. RESULTADOS

5.1. Desempenho

Durante o período experimental, com início na 29ª semana de idade das aves e término na 41ª semana, a adição de pectina na ração (2%, 3%, 4%, e 5%) não mostrou efeitos significativos ($P>0,05$) sobre as variáveis de desempenho: consumo de ração (A), quantidade de ovos (B), peso total de ovos (C), conversão alimentar (D), das poedeiras em relação com o tratamento controle (Fig1).

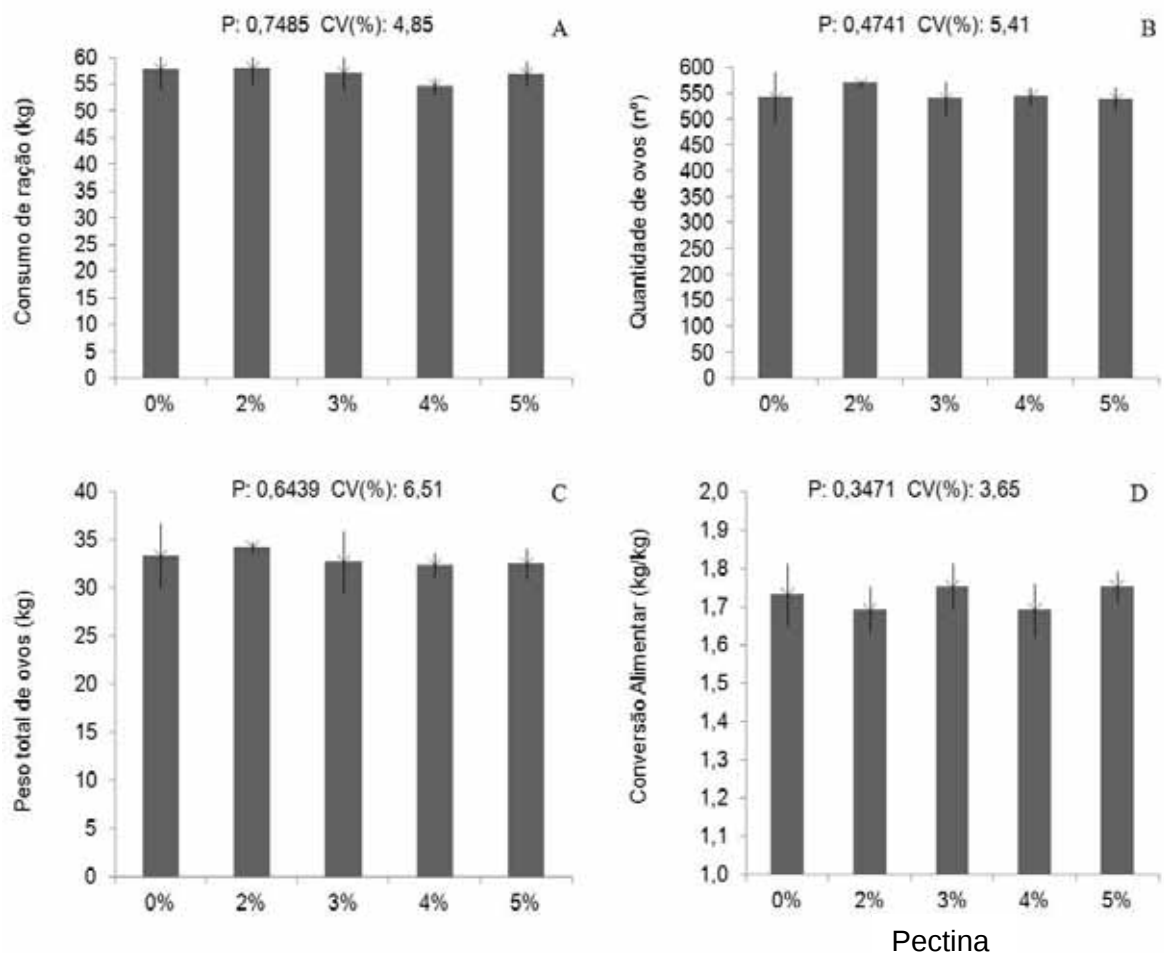


Figura 1. Consumo de ração (A), quantidade de ovos (B), peso dos ovos (C) e conversão alimentar (D) de poedeiras semipesadas da 29ª à 41ª semana, de acordo com a porcentagem de pectina na ração. As diferenças entre os tratamentos não foram significativas ($P>0,05$).

5.2. Peso corporal

Houve interação significativa ($P < 0,05$) entre tratamentos e idade sobre o peso corporal das aves. As aves que ingeriram ração padrão sem pectina tiveram aumento no peso corporal da fase inicial para a final, não observado nas poedeiras que receberam ração com pectina, atingindo o final do experimento com maior peso que as poedeiras que receberam ração contendo 3% e 4% da fibra (Figura 2).

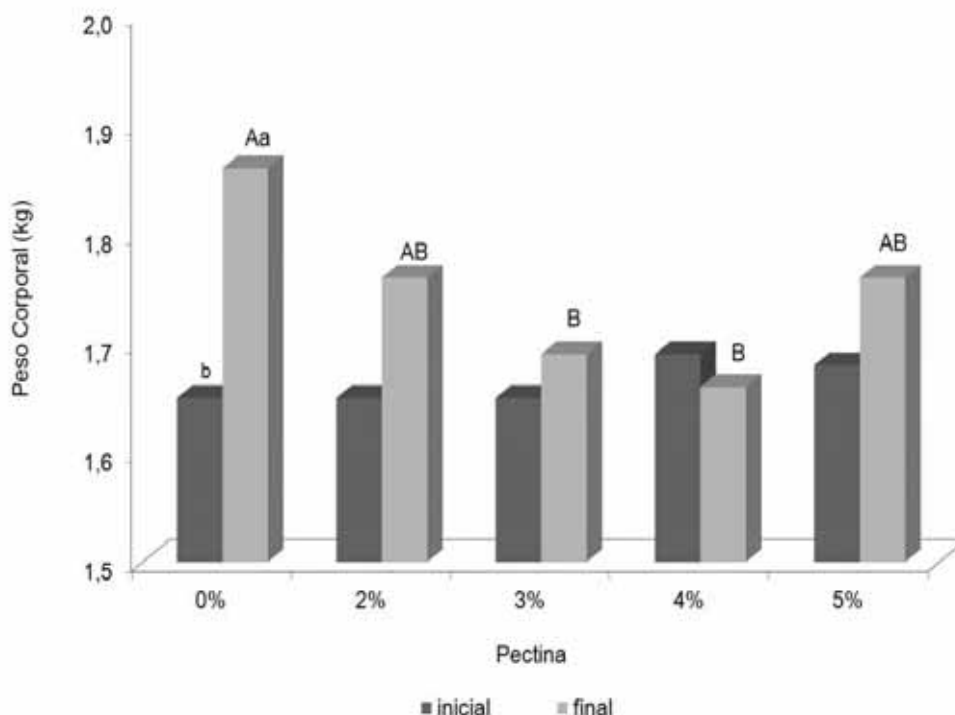


Figura 2. Peso corporal das poedeiras no início e final do período experimental (29^a e 41^a semana de idade), de acordo com a porcentagem de pectina na ração. A-B, a-b: comparação das médias entre os tratamentos e dentro de cada tratamento, respectivamente ($P < 0,05$).

5.3. Constituintes do ovo (g e %)

A Tabela 2 contém o peso médio dos ovos e o peso (g) e a porcentagem (%) dos constituintes do ovo (casca, gema e albúmen). Ocorreu efeito significativo ($P < 0,05$) da semana do tratamento sobre a porcentagem de casca e de albúmen. A primeira foi menor na 40^a semana de idade do que nas demais semanas analisadas. A segunda, foi maior na 40^a do que 34^a semana. A porcentagem de gema não foi

alterada. Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos e a idade sobre os pesos dos ovos e de seus constituintes.

A Figura 3 mostra o desdobramento da interação entre o tratamento e a idade das aves sobre o peso médio do ovo (A), da casca (B), do albúmen (C) e da gema (D). Os pesos dos ovos e de seus componentes oscilaram ao longo do período experimental, originando diferenças entre os tratamentos em determinadas idades: no peso dos ovos e do albúmen e casca na 40ª semana e no peso da gema na 31ª, 34ª e 40ª semana. Ingestão de pectina diminuiu o peso da gema na 31ª e 34ª semana. Na 40ª semana, peso dos ovos, do albúmen e da casca foi reduzido pela ingestão de 2% de pectina e aumentado pela ingestão de 3% de pectina. O peso do albúmen foi aumentado pela ingestão de 4% de pectina também.

Tabela 2. Peso e percentagem dos componentes dos ovos de poedeiras semipesadas, de acordo com a idade e percentagem de pectina na ração.

Tratamentos	Ovo		Casca		Albúmen		Gema	
	(g)	(g)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
Controle	61,51±2,18	6,03±0,23	9,8±0,24	64,22±4,22	39,50±3,45	15,97±0,73	25,98±0,97	
Pectina 2%	60,45±2,88	5,34±0,46	9,65±0,44	65,48±4,21	39,57±3,99	15,04±1,01	24,88±1,18	
Pectina 3%	61,83±3,45	6,01±0,34	9,74±0,53	65,72±4,26	40,64±3,76	15,11±0,84	25,54±0,69	
Pectina 4%	60,07±2,02	5,83±0,30	9,74±0,51	65,47±4,59	39,33±3,31	14,89±0,73	24,79±1,12	
Pectina 5%	61,65±2,49	5,98±0,25	9,70±0,36	65,64±4,02	40,48±3,65	15,12±0,48	24,58±0,93	
Idades								
31ª semana	60,33±2,46	5,96±0,21	9,88±0,33A	65,27±1,06AB	39,38±1,93	14,93±0,81	24,74±0,98	
34ª semana	62,07±2,46	6,16±0,28	9,93±0,38A	64,95±1,23B	40,32±2,11	15,56±0,95	25,20±1,24	
37ª semana	61,29±2,31	5,94±0,27	9,70±0,35A	65,37±1,25AB	40,07±1,94	15,23±0,79	24,92±1,19	
40ª semana	60,71±3,28	4,70±0,38	9,39±0,41B	65,61±1,26A	39,84±2,52	15,16±0,81	25,00±1,03	
Probabilidades								
T	0,5032	0,2838	0,8726	0,6008	0,8182	0,0223	0,0874	
I	0,0055	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0026	0,1489	
TxI	<0,0001	<0,0001	0,2735	0,0038	0,1638	<0,0001	0,4242	
CV (%)	2,87	5,5	4,40	3,78	3,30	3,42	3,98	

CV(%) = coeficiente de variação da parcela. A-B: comparação entre tratamentos e idades (colunas), pelo teste de Tukey (P≤0,05).

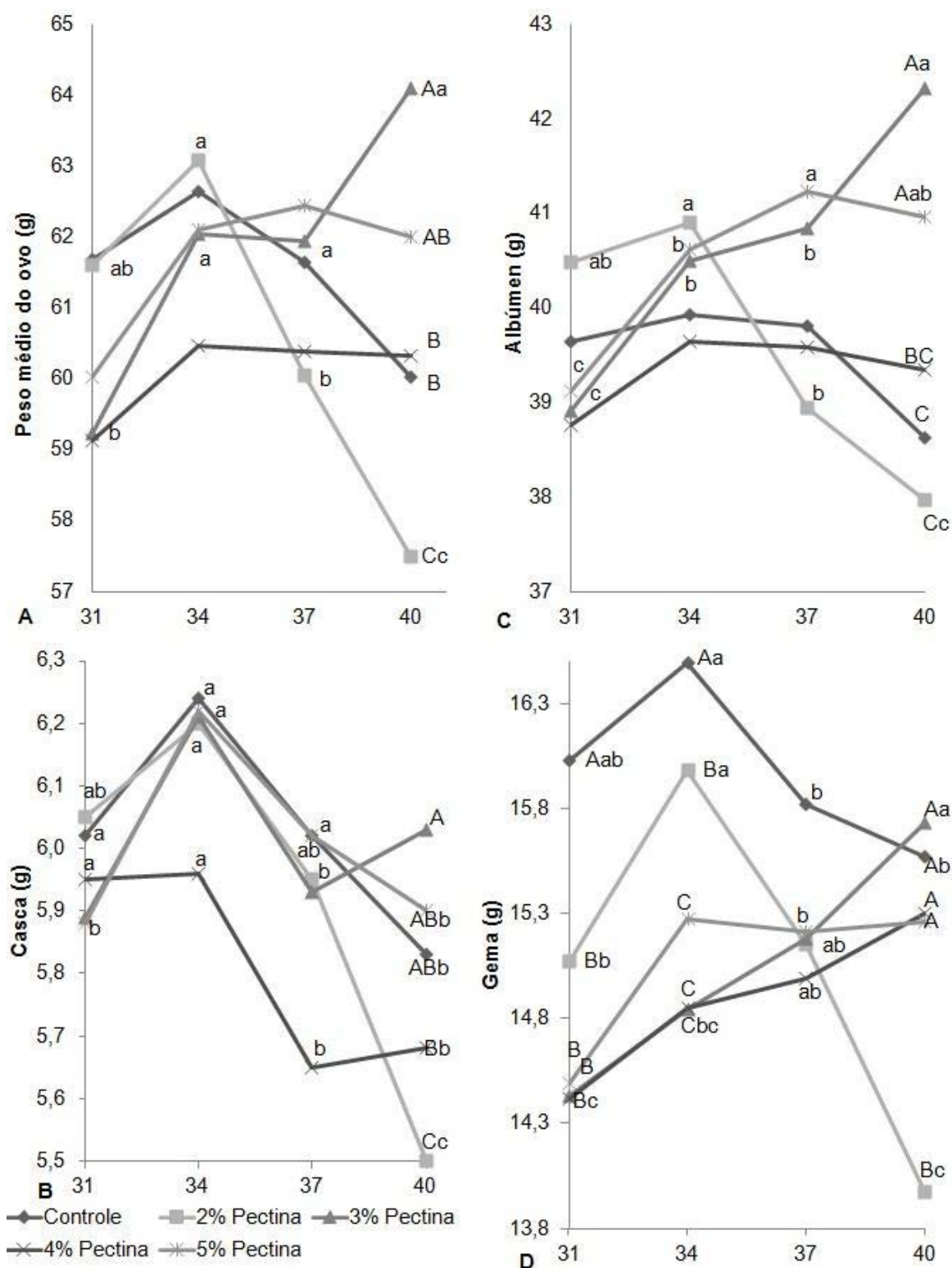


Figura 3. Peso médio dos ovos (A), peso da casca (B), peso do albúmen (C) e peso da gema (D) dos ovos de poedeiras semipesadas na 31^a, 34^a, 37^a e 40^a semana de idade, de acordo com o conteúdo de pectina na ração. A-B, a-b: comparação das médias entre os tratamentos e dentro de cada tratamento, respectivamente ($P < 0,05$).

5.4. Características físicas dos ovos

A Tabela 3 mostra os dados da espessura da casca e da gravidade específica dos ovos das poedeiras. Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos tratamentos e das idades e nem interação significativa entre esses fatores para a espessura da casca nas regiões basal (região da câmara de ar) e equatorial dos ovos, mas ocorreu efeito significativo ($P<0,05$) sobre sua espessura na região apical, que foi aumentou da 31^a para a 37^a semana. Houve interação significativa entre os fatores principais para a gravidade específica dos ovos (Tab.4).

Tabela 3. Espessura da casca e gravidade específica dos ovos de poedeiras semipesadas de acordo com a idade e porcentagem de pectina na ração.

Tratamentos	Espessura da casca (mm)			Gravidade Específica (g/ml)
	Basal	Apical	Equatorial	
Controle	0,608±0,03	0,674±0,04	0,540±0,03	1,0929±0,0016
Pectina 2%	0,581±0,05	0,663±0,05	0,525±0,05	1,0915±0,0039
Pectina 3%	0,591±0,04	0,651±0,04	0,526±0,03	1,0931±0,0021
Pectina 4%	0,575±0,04	0,647±0,05	0,520±0,03	1,0926±0,0022
Pectina 5%	0,588±0,04	0,662±0,04	0,521±0,03	1,0937±0,0023
Idades				
31 ^a semana	0,576±0,05	0,642±0,05B	0,532±0,03	1,0944±0,0016
34 ^a semana	0,591±0,03	0,659±0,04AB	0,524±0,04	1,0937±0,0014
37 ^a semana	0,603±0,03	0,680±0,04A	0,534±0,03	1,0931±0,0015
40 ^a semana	0,584±0,05	0,657±0,04AB	0,516±0,03	1,0896±0,0031
Probabilidades				
T	0,7917	0,8010	0,5232	0,001
I	0,0862	0,0151	0,2478	<0,0001
TxI	0,1798	0,0569	0,5113	0,0012
CV(%)	6,41	6,22	6,45	0,217

CV(%): coeficiente de variação. A-B: comparação entre idades, pelo teste de Tukey ($P\leq 0,05$).

Como mostrado na Tabela 4, ocorreu redução na gravidade específica dos ovos nas últimas semanas de experimento em todos os tratamentos, culminando com diferenças entre os tratamentos na 40^a semana, na qual ovos das aves que receberam 2% de pectina apresentaram menor gravidade específica, comparado aos ovos dos demais tratamentos.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre idade e porcentagem de pectina na ração, para densidade específica dos ovos de poedeiras semipesadas.

Tratamentos	Idades				P
	31 ^a	34 ^a	37 ^a	40 ^a	
Controle	1,0944a	1,0932a	1,0934a	1,0908Ab	0,0083
2% Pectina	1,0942a	1,0932a	1,0932a	1,0852Bb	<0,0001
3% Pectina	1,0952a	1,0934ab	1,0924bc	1,0910Ac	0,0028
4% Pectina	1,0934a	1,0938a	1,0925ab	1,0908Ab	0,0280
5% Pectina	1,0950a	1,0948a	1,0938a	1,0912Ab	0,0018
P	0,4597	0,5201	0,6530	<0,0001	

CV(%) = coeficiente de variação. a-c A-C: comparação entre tratamentos e idades de (linhas - colunas), pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Os dados da Tabela 5 mostram que houve interação significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos e as idades para todas as variáveis analisadas.

Tabela 5. Características físicas dos ovos de poedeiras semipesadas, de acordo com a idade e a porcentagem de pectina na ração.

Tratamentos	Gema				Unidade Haugh
	Altura Albúmen (mm)	Altura (mm)	Largura (mm)	Índice (mm)	
Controle	9,95±0,89	18,52±0,71	40,40±0,66	0,4617±0,02	98,58±3,81
Pectina 2%	9,67±1,03	18,49±0,66	39,36±0,62	0,4710±0,02	98,16±5,90
Pectina 3%	9,17±0,69	18,48±0,78	39,66±1,05	0,4655±0,02	94,85±3,41
Pectina 4%	8,65±0,92	18,02±0,74	39,27±0,95	0,4601±0,02	93,34±3,79
Pectina 5%	10,04±1,06	18,59±0,74	39,76±0,86	0,4680±0,02	98,87±4,64
Idades					
31ª semana	9,86±1,32	18,39±0,99	39,22±0,79	0,4696±0,03	98,22±5,72
34ª semana	9,06±0,99	18,57±0,54	39,45±0,98	0,4708±0,01	94,82±4,18
37ª semana	9,75±0,75	18,45±0,52	39,85±0,78	0,4656±0,01	97,72±3,27
40ª semana	9,32±0,89	18,29±0,81	40,18±0,84	0,4556±0,02	96,45±5,39
Probabilidades					
T	0,0012	0,2450	0,0166	0,4819	0,003
I	0,0011	0,2171	<0,0001	0,0005	0,005
TxI	0,0006	<0,0001	0,0228	<0,0001	<0,0001
CV (%)	7,49	2,63	1,61	2,75	3,37

CV(%) = coeficiente de variação.

A Tabela 6 mostra os dados da interação entre tratamentos e idade. Ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$) na altura do albúmen entre os tratamentos na 31^a, 34^a e 40^a semana. Na 31^a semana, a altura do albúmen foi maior nos ovos das aves que ingeriram 5% de pectina, menor nos ovos das aves que ingeriram 3% e 4% de pectina e apresentou valores intermediários nos ovos das aves do tratamento controle e do tratamento com 2% de pectina. Na 34^a semana, a altura do albúmen continuou maior nos ovos das aves que receberam ração com 5% de pectina que nos ovos dos demais tratamentos, que não diferiram entre si. Na 40^a semana, a altura do albúmen dos ovos das aves que receberam 5% e 2% foi similar, porém menores que a dos ovos das aves que consumiram ração controle e com 2% e 3% de pectina. A altura média do albúmen dos ovos das aves do grupo controle foi de 9,95mm, porém houve uma queda nesse valor na 34^a semana de idade. Para o tratamento 2% de pectina, a altura do albúmen diminuiu na 34^a semana de tratamento e permaneceu inalterado até a 40^a semana. A altura de albúmen nos ovos das aves do tratamento 3% de pectina não foi influenciada pela idade da ave ($p > 0,05$). Para o tratamento 4% de pectina, a altura do albúmen na 31^a e 37^a semana foram iguais e maiores que os valores encontrados na 34^a e 40^a semana. No tratamento 5% de pectina, a altura do albúmen foi maior na primeira coleta (31^a semana) que após sofreu queda e permaneceu constante até a 40^a semana.

No caso da altura de gema (AG, Tabela 6), na 31^a semana, ela foi maior para os ovos pertencentes as aves que ingeriram 2% e 5% de pectina na ração do que nos tratamentos controle, 3% e 4%, os quais não diferiram nessa variável. Na 34^a semana, a AG foi maior nos ovos das aves do tratamento controle do que nos ovos das aves dos tratamentos 3% e 4% de pectina e igual à dos ovos das aves dos tratamentos 2% e 5%, que por sua vez foram iguais aos outros tratamentos de 3% e 4% de pectina. Na 40^a semana, a AG dos ovos das aves do tratamento controle e 3% foram maiores quando comparados com os ovos das aves dos tratamentos 2%, 4% e 5%, que não apresentaram diferenças entre si. Temporalmente, a AG no tratamento controle foi maior na semana 34^a e 40^a, sendo o valor mais baixo registrado na 37^a semana. Nos ovos das aves do tratamento 2% de pectina, a AG foi maior na 31^a e igual na 34^a, a partir da qual seu valor foi diminuindo até a 40^a semana. No tratamento 3% de pectina, a AG permaneceu inalterado até a 40^a

semana, onde demonstrou seu maior valor. Da 31^a para a 34^a semana, o valor da AG foi aumentando no tratamento 4%, atingindo seu maior valor na 9^a semana e menor na 40^a semana. A AG no tratamento 5% de pectina permaneceu constante da 31^a até 37^a semana e diminuiu na 40^a semana de idade.

No que se refere à largura da gema (LG) (Tabela 6), na 31^a semana, o maior valor foi observado nos ovos do tratamento controle e o menor nos ovos dos tratamentos 2%, 4% e 5% de pectina. Na 34^a semana, a LG foi maior nos ovos do tratamento controle do que nos tratamentos 3% e 4% de pectina. Na 40^a semana, a LG dos ovos do tratamento controle foi menor que nos ovos do tratamento 2%, que não diferiu do tratamento 4% de pectina. Houve diferença na LG ao longo da idade nos tratamentos 3%, 4% e 5% de pectina, nos quais a LG aumentou na 40^a, 37^a e 34^a semana de idade, respectivamente.

No caso do índice gema (IG) (Tabela 6), houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos na 31^a e 40^a semana. Na 31^a semana, o IG dos ovos do tratamento 2% e 5% de pectina foram similares, porém maiores que os demais tratamentos que não diferiram entre si. Na 40^a semana, o IG dos ovos dos tratamentos controle, 2% e 3% de pectina foram iguais entre si e maior que dos ovos dos tratamentos 4% e 5% de pectina. Temporalmente, observa-se diferença significativa no IG entre as idades apenas nos tratamentos 2%, 4% e 5% de pectina. No tratamento 2% de pectina, o IG foi maior na 31^a que nas demais semanas que não diferiram entre si. No tratamento 4% de pectina, o IG aumentou da 31^a para a 34^a e diminuiu da 34^a para a 37^a semana. Já no tratamento 5% de pectina, o IG diminuiu ao longo da idade.

Os dados da Unidade Haugh (UH) (Tabela 6) mostram diferenças entre os tratamentos apenas 31^a e 40^a semanas. Na 31^a, o maior valor de UH foi obtido para os ovos do tratamento 5% de pectina e os menores para os ovos dos tratamentos controle e 2% de pectina. Na 40^a semana, os menores valores de UH foram obtidos para os ovos dos tratamentos controle e 2% de pectina e os maiores para os ovos dos tratamentos 4% e 5% de pectina. Ocorreram alterações na UH ao longo da idade em todos os tratamentos, exceto em 3% de pectina. Nos tratamentos controle e 2% de pectina os menores valores de UH foram observados na 34^a semana. No

tratamento 4% de pectina, o menor valor foi registrado na 40^a semana. Já no tratamento 5%, os valores de UH foram diminuindo com a idade.

No que se refere ao índice gema (IG, Tabela 6), ele diminuiu com o aumento da porcentagem de pectina na ração na 31^a e na 37^a semana. Na 34^a ele diminuiu com a adição de pectina. Já na 40^a, ele foi menor nos ovos dos tratamentos 3 e 5% de pectina. Houve diferença no IG ao longo da idade em todos os tratamentos, exceto no tratamento 4% de pectina. No tratamento controle, o IG foi maior na 34^a e 37^a semanas. Nos tratamentos 2% e 3% de pectina, o IG foi maior na 40^a e na 34^a semanas, respectivamente. No tratamento 5% de pectina, seu maior valor foi obtido na 34^a e 40^a semanas.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre idade e porcentagem de pectina na ração, dos parâmetros de características físicas dos ovos de poedeiras semipesadas.

Parâmetros	Tratamento	Idades				P	Média
		30 ^a	34 ^a	37 ^a	41 ^a		
Altura Albúmen (mm)	Controle	10,14Ba	9,15ABb	10,28a	10,21Aa	0,0481	9,95A
	2% Pectina	10,33Ba	8,84Bb	9,76ab	9,79Aab	0,0159	9,85A
	3% Pectina	8,93C	8,85B	8,99	9,71A	0,2163	9,63AB
	4% Pectina	8,60Cab	8,51Bb	9,43a	8,07Bb	0,0310	8,65B
	5% Pectina	11,28Aa	9,98Ab	9,96b	8,92Bb	<0,0001	10,04A
	P	<0,0001	0,0230	0,0942	<0,0001		0,0109
Altura Gema (mm)	Controle	18,08Bb	19,01Aa	18,03c	18,80Aab	0,0042	18,37AB
	2% Pectina	19,13Aa	18,51ABab	18,20b	18,13Bb	0,0071	18,49AB
	3% Pectina	17,92Bb	18,28Bb	18,53b	19,20Aa	0,0010	18,48AB
	4% Pectina	17,52Bb	18,23Bab	18,51a	17,70Bb	0,0107	17,85B
	5% Pectina	19,13Aa	18,83ABa	18,83a	17,60Bb	<0,0001	18,59A
	P	<0,0001	0,0546	0,1262	<0,0001		0,0532
Largura Gema (mm)	Controle	40,12A	40,32A	40,63	40,58A	0,6283	39,73
	2% Pectina	38,71C	39,58AB	39,76	39,40B	0,0626	39,36
	3% Pectina	39,53ABb	39,15BCb	39,24b	40,71Aa	0,0009	39,66
	4% Pectina	38,67BCb	38,51Cb	39,91a	40,01ABa	0,0002	39,27
	5% Pectina	39,07BCb	39,71ABab	40,02a	40,23Aa	0,0325	39,76
	P	0,0028	0,0007	0,0743	0,0169		0,6828
Índice Gema (mm)	Controle	0,4520B	0,4700	0,4590	0,4640A	0,1746	0,478
	2% Pectina	0,4940Aa	0,4680b	0,4580b	0,4640Ab	0,0002	0,471
	3% Pectina	0,4520B	0,4660	0,4720	0,4720A	0,0535	0,465
	4% Pectina	0,4557Bbc	0,4760a	0,4660ab	0,4400Bc	0,0004	0,455
	5% Pectina	0,490Aa	0,4740ab	0,4700b	0,4380Bc	<0,0001	0,468
	P	<0,0001	0,7187	0,3966	<0,0001		0,6569
Unidade Haugh	Controle	99,38Ba	94,69ABb	100,06a	100,17ABa	0,0295	98,58A
	2% Pectina	100,16Ba	92,86Bb	98,09a	101,54Aa	0,0005	98,16A
	3% Pectina	94,33C	93,20B	94,05	97,08B	0,2798	96,42AB
	4% Pectina	92,65Cab	94,90ABa	96,53a	89,71Cb	0,0114	92,61B
	5% Pectina	104,58Aa	98,59Ab	98,57b	93,75Cc	<0,0001	98,87A
	P	<0,0001	0,0578	0,0932	<0,0001		0,0030
Cor Gema	Controle	6,53Ab	8,06Aa	7,93Aa	7,00ABb	0,0007	7,38A
	2% Pectina	6,14ABb	6,4Bb	6,93Bab	7,27Aa	0,0475	6,69B
	3% Pectina	4,93BCb	6,53Ba	5,00CDb	5,33Cb	0,0025	5,45C
	4% Pectina	5,46B	5,80B	5,60C	6,32B	0,1676	5,75BC
	5% Pectina	4,26Cb	5,80Ba	4,68Db	5,93BCa	0,0001	5,10C
	P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001		<0,0001

A-D, a-d: comparação entre tratamentos e idades (colunas - linhas), pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

5.5. Características químicas dos ovos

A Tabela 7 contém os valores da composição química da casca: matéria seca, matéria orgânica e matéria mineral. Não houve interação significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos e as idades e nem diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$) para nenhuma das variáveis analisadas. Entretanto, ocorreu efeito significativo da idade sobre os conteúdos de matéria seca, de matéria orgânica e de minerais, que tiveram seus valores reduzidos da 34ª para a 40ª semana de idade.

Tabela 7. Composição química da casca dos ovos de poedeiras semipesadas de acordo com a idade e porcentagem de pectina na ração.

Tratamentos	Casca ¹ (%)		
	Matéria Seca	Matéria Orgânica	Matéria Mineral
Controle	15,21±3,53	0,64±0,58	14,26±3,31
Pectina 2%	14,74±4,12	0,74±0,73	13,62±3,78
Pectina 3%	14,24±3,04	0,71±0,67	13,21±2,80
Pectina 4%	13,92±3,32	0,66±0,66	12,84±3,09
Pectina 5%	14,88±2,89	0,67±0,62	13,77±2,61
Idades			
34ª semana	17,63±1,25A	1,30±0,18A	16,31±1,26A
40ª semana	11,45±0,73B	0,09±0,02B	10,66±0,74B
Probabilidades			
T	0,1681	0,4220	0,1058
I	<0,0001	<0,0001	<0,0001
TxI	0,1626	0,2515	0,1992
CV(%)	6,63	18,54	7,30

¹Dados expressos na matéria natural. CV(%) = coeficiente de variação.

Com relação à composição química do albúmen (Tab. 8), não ocorreram diferenças significativas ($P > 0,05$) nos seus conteúdos de matéria seca, lipídeos e proteínas entre os tratamentos, mas eles aumentaram da 34ª para a 40ª semana. A umidade foi maior nos ovos das aves que ingeriram ração com 2% que com 3% e 5% de pectina, e diminuiu da 34ª para a 40ª semana de tratamento. Foi registrada interação significativa entre os tratamentos e a idade para a composição de cinzas do albúmen.

Tabela 8. Composição química do albúmen dos ovos de poedeiras semipesadas, de acordo com a idade e porcentagem de pectina na ração.

Tratamentos	Albúmen ¹ (%)					
	Matéria Seca	Umidade	Lípido	Proteína	Minerais	Outros
Controle	11,07±0,62	88,93±0,62AB	0,14±0,11	9,84±0,60	0,43±0,05	0,63±0,13AB
Pectina 2%	10,56±1,33	89,44±1,33A	0,14±0,12	9,27±0,93	0,43±0,08	0,58±0,12B
Pectina 3%	11,34±0,85	88,67±0,85B	0,14±0,10	10,05±0,79	0,43±0,04	0,72±0,11A
Pectina 4%	11,04±0,63	88,96±0,63AB	0,17±0,12	9,79±0,56	0,42±0,03	0,70±0,08AB
Pectina 5%	11,71±0,57	88,29±0,57B	0,16±0,13	10,44±0,50	0,40±0,05	0,70±0,07AB
Idades						
34 ^a semana	10,57±0,67B	89,43±0,67A	0,05±0,01B	9,41±0,61B	0,40±0,04	0,71±0,09A
40 ^a semana	11,74±0,67A	88,26±0,67B	0,25±0,06A	10,37±0,57A	0,44±0,06	0,62±0,11B
Probabilidades						
T	0,1345	0,0043	0,6892	0,8490	0,9835	0,0169
I	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0054	0,0053
TxI	0,1295	0,1295	0,4280	0,2108	0,0001	0,5809
CV (%)	5,04	0,63	29,53	4,74	9,52	14,52

¹Dados expressos na matéria natural.

A-B: Comparação entre tratamentos e idades (colunas – linhas), pelo teste Tukey (P≤0,05).

CV(%): coeficiente de variação.

Como mostrado na Figura 4, houve aumento do conteúdo de matéria mineral do albúmen da 34ª para a 40ª semana nos ovos das aves controles e nas que receberam 2% de pectina, redução nos ovos das que receberam 5%, e nas que receberam 3% e 4% os conteúdos não foram alterados. Ao mesmo tempo, os tratamentos influenciaram significativamente ($P>0,05$) o conteúdo de matéria mineral do albúmen apenas na 34ª semana de idade, na qual ingestão de ração com 4% e 5% de pectina diminuiu o conteúdo de matéria mineral do albúmen.

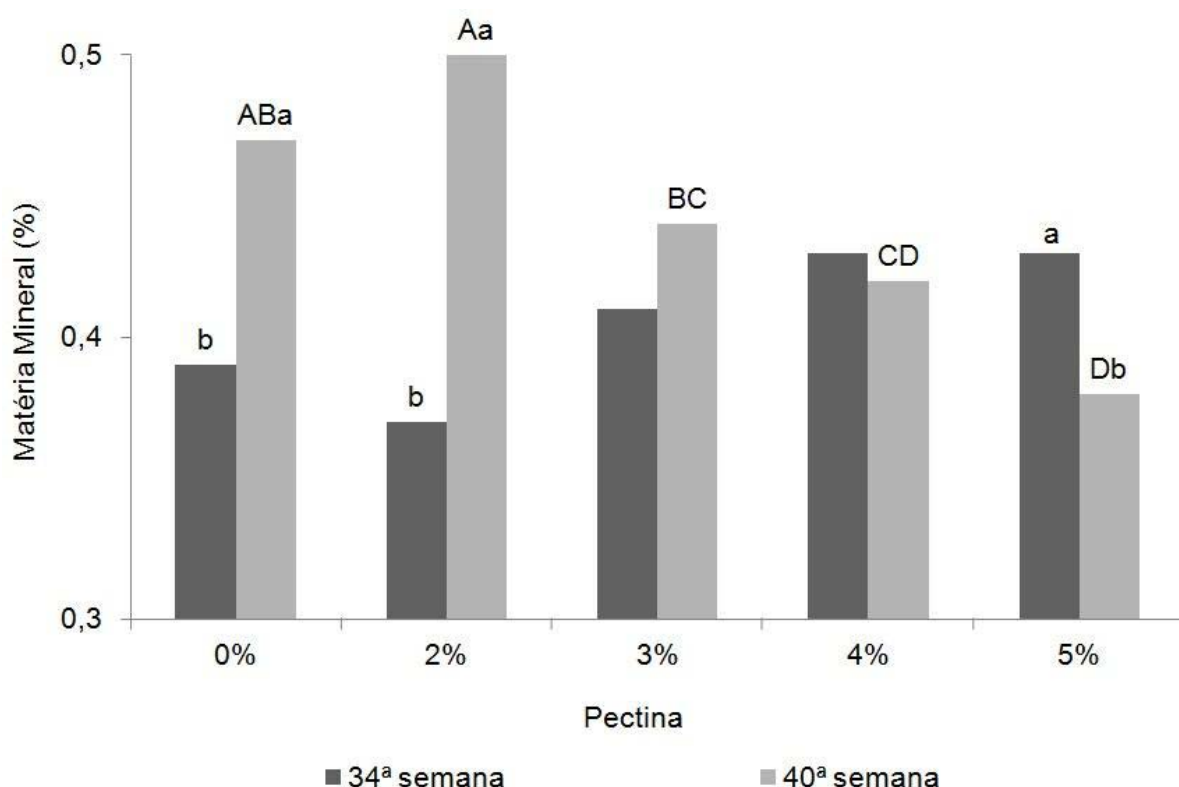


Figura 4. Conteúdo de matéria mineral (%) do albúmen dos ovos de poedeiras semipesadas, de acordo com a porcentagem de pectina na ração. A-B, a-b: comparação das médias entre os tratamentos e dentro de cada tratamento, respectivamente ($P<0,05$).

A Tabela 9 mostra que para peso, composição química (conteúdo de matéria seca, umidade, lipídios, proteínas, minerais e outros) e concentração de colesterol da gema dos ovos ocorreu interação significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos e as idades. Os desdobramentos dessas interações são mostrados nas Figuras 5, 6 e 7.

Tabela 9. Composição química e concentração de colesterol da gema dos ovos de poedeiras semipesadas, de acordo com a idade e porcentagem de pectina na ração.

Tratamentos	Gema ¹ (%)					Colesterol (g/mg) ²
	Matéria Seca	Umidade	Lípido	Proteína	Minerais	
Controle	45,54±4,42	54,46±4,42	23,82±1,95	15,01±2,14	1,61±0,14	10,68±1,28
Pectina 2%	41,53±7,00	58,47±7,00	21,77±3,32	13,50±2,32	1,44±0,23	10,52±0,59
Pectina 3%	45,56±4,13	54,44±4,14	24,06±1,49	14,83±1,79	1,63±0,18	10,05±0,71
Pectina 4%	41,10±7,01	58,89±7,01	21,83±3,13	13,33±2,62	1,39±0,24	10,72±0,80
Pectina 5%	42,19±7,93	57,80±7,93	22,35±4,10	14,34±2,85	1,47±0,23	10,75±0,69
Idades						
34ª semana	37,90±3,76	62,09±3,76	20,36±2,02	12,18±1,14	1,33±0,15	11,03±0,62
40ª semana	49,23±1,46	50,76±1,42	25,52±0,81	16,44±0,82	1,69±0,09	10,02±0,72
Probabilidades						
T	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0732
I	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
TxI	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0008	0,0070	0,0123
CV(%)	2,43	1,84	2,69	3,38	3,73	5,48

¹Dados expressos na matéria natural.

²(g/mg): Gramas de gema por mg de colesterol.

CV(%): coeficiente de variação.

De acordo com a Figura 5, na 34ª semana, as gemas dos ovos das aves que receberam ração com 2%, 4% e 5% apresentaram porcentagens similares de umidade e matéria seca, porém maiores e menores ($P<0,05$), respectivamente, do que as dos ovos das aves que receberam ração sem pectina e com 3% de pectina. Na 40ª semana, os conteúdos de água (umidade) e de matéria seca da gema dos ovos das aves que ingeriram ração com 2% e 4% de pectina foram similares e maiores e menores, respectivamente, do que os conteúdos das gemas dos ovos das aves que não ingeriram a fibra. Adicionalmente, houve aumento dos conteúdos de água e redução dos conteúdos de matéria seca, significativos ($P<0,05$) da 34ª para a 40ª semana em todos os tratamentos.

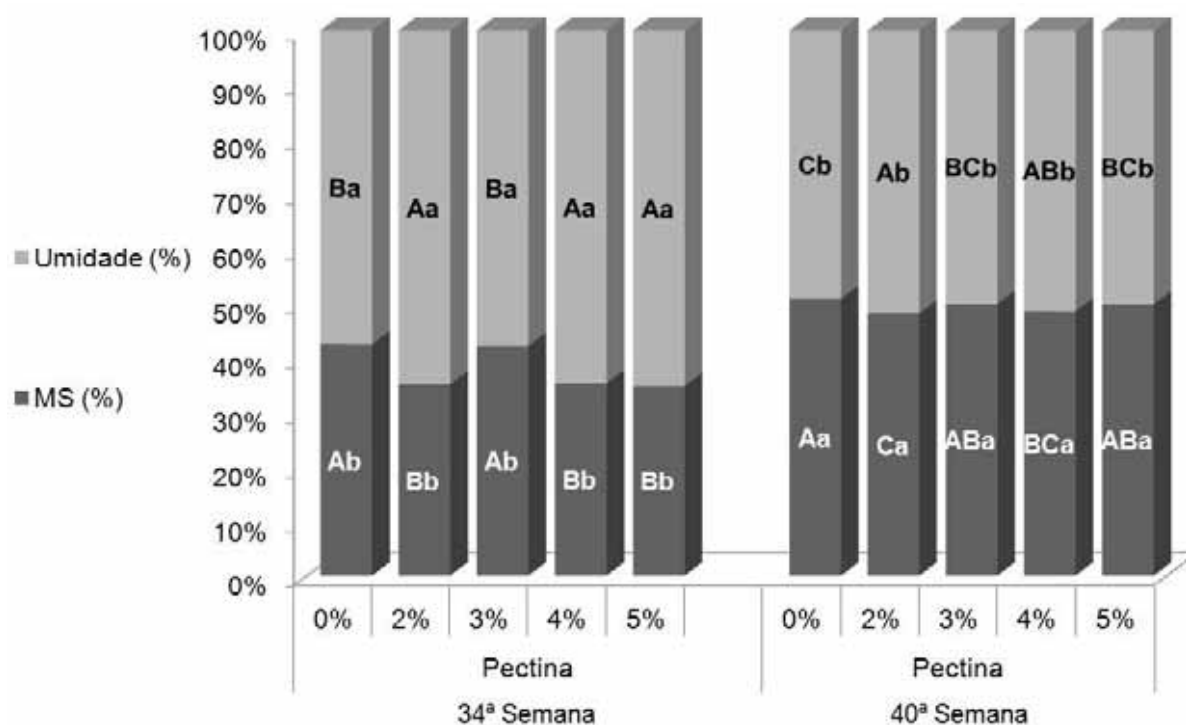


Figura 5. Proporção entre a umidade (%) e matéria seca (%) da gema dos ovos de poedeiras semipesadas, na 34ª e 40ª semana de tratamento, de acordo com a porcentagem de pectina na ração. A-C, a-c: comparação das médias entre os tratamentos em cada semana e entre as semanas dentro de cada tratamento, respectivamente ($P<0,05$).

De acordo com a Figura 6, as porcentagens de lipídio, proteína, cinzas e extrativo não nitrogenado das gemas aumentaram da 34^a para a 40^a semana em todos os tratamentos. Na 34^a semana, os conteúdos de lipídio (Figura 6 A) foram menores nas gemas dos ovos das aves que ingeriram 2%, 4% e 5% de pectina, em comparação à gemas dos ovos das aves que não ingeriram a fibra. Na 40^a semana, o menor conteúdo de lipídio foi registrado nas gemas dos ovos das aves que receberam ração com 2% e 4% da fibra. Os conteúdos de proteína (Figura 6 B), na 34^a semana, também foram menores nas gemas dos ovos das aves que ingeriram 2%, 4% e 5% de pectina, em comparação à gemas dos ovos das aves que não ingeriram a fibra. Na 40^a semana, os conteúdos de proteína foram menores nas gemas dos ovos de todas as aves que receberam pectina. Na Figura 6 C, observa-se que ingestão de ração com 3% de pectina por 6 semanas aumentou o conteúdo de cinzas das gemas em relação aos demais tratamentos, que não diferiram entre si nessa variável. Contudo, os conteúdos de cinzas das gemas nos ovos de aves que ingeriram ração com 2%, 4% e 5% de pectina foram similares entre si, porém menores em comparação com os dos ovos de aves que não ingeriram a fibra ou ingeriram ração contendo 3%. De acordo com a Figura 6 D, na 34^a semana, os conteúdos de ENN foram menores na gema dos ovos das aves que receberam ração com pectina, enquanto que na 40^a semana conteúdos maiores de ENN foram observados nas gemas dos ovos das aves que consumiram ração com 2%, 3% e 4% de fibra.

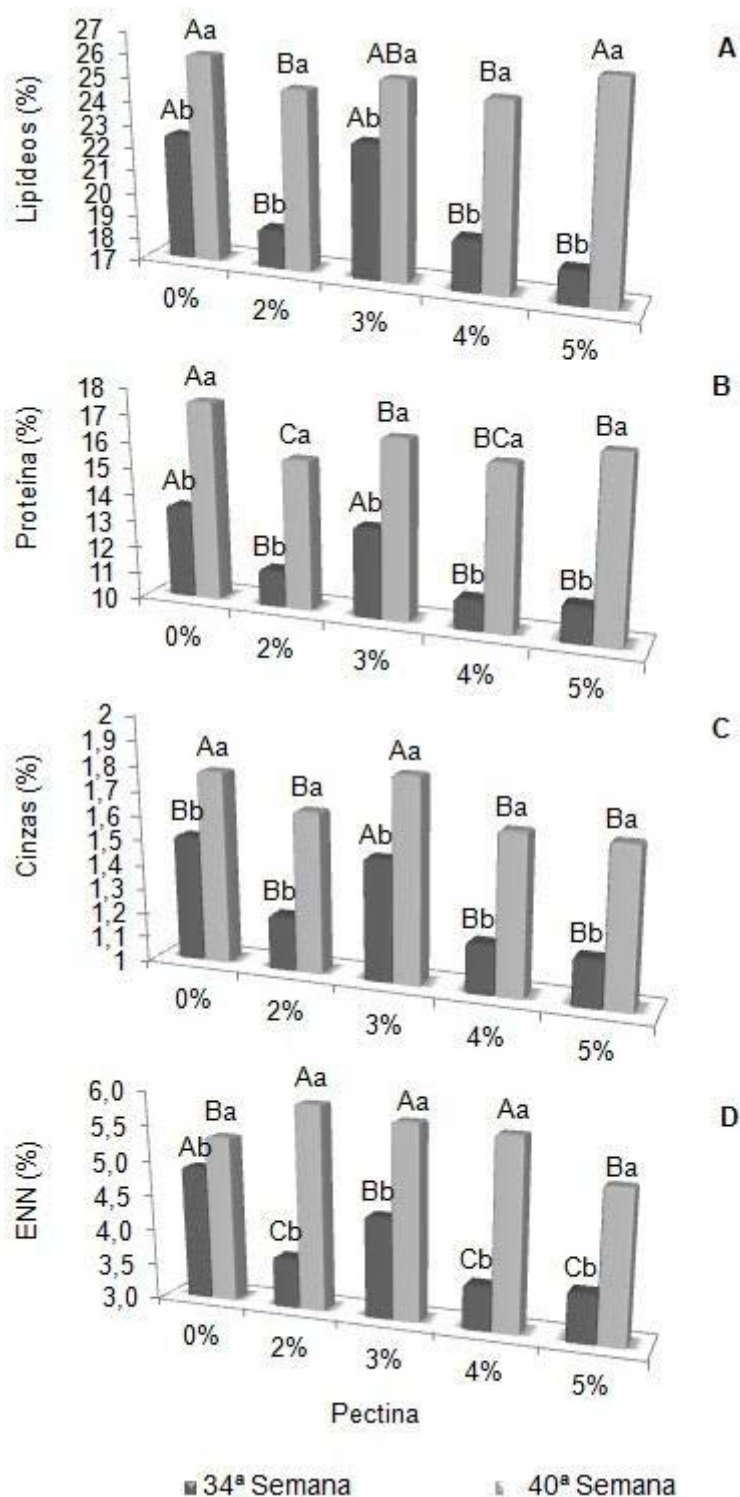


Figura 6. Porcentagem de lipídeo (A), proteína (B), cinzas (C) e extrativo não nitrogenado (D) da gema dos ovos de poedeiras semipesadas na 34ª e 40ª semana de tratamento, de acordo o conteúdo de pectina na ração. A-B, a-b: comparação das médias entre os tratamentos e dentro de cada tratamento, respectivamente ($P < 0,05$).

A Figura 7 mostra que ocorreu diminuição ($P<0,05$) da concentração de colesterol na gema da 34^a para a 40^a semana nos ovos das aves que receberam ração sem pectina e com 3% e 4% de pectina, mas não nas gemas dos ovos das aves que receberam ração com 2% e 5%. Além disso, na 34^a semana, as concentrações de colesterol das gemas foram menores nas aves que receberam ração com pectina. Entretanto, na 40^a semana, a concentração de colesterol foi maior nas gemas dos ovos das aves que receberam ração com 2% e 5% de pectina do que nas gemas dos ovos das aves que não receberam pectina e nas que receberam ração com 3% e 4%, que não diferiram entre si.

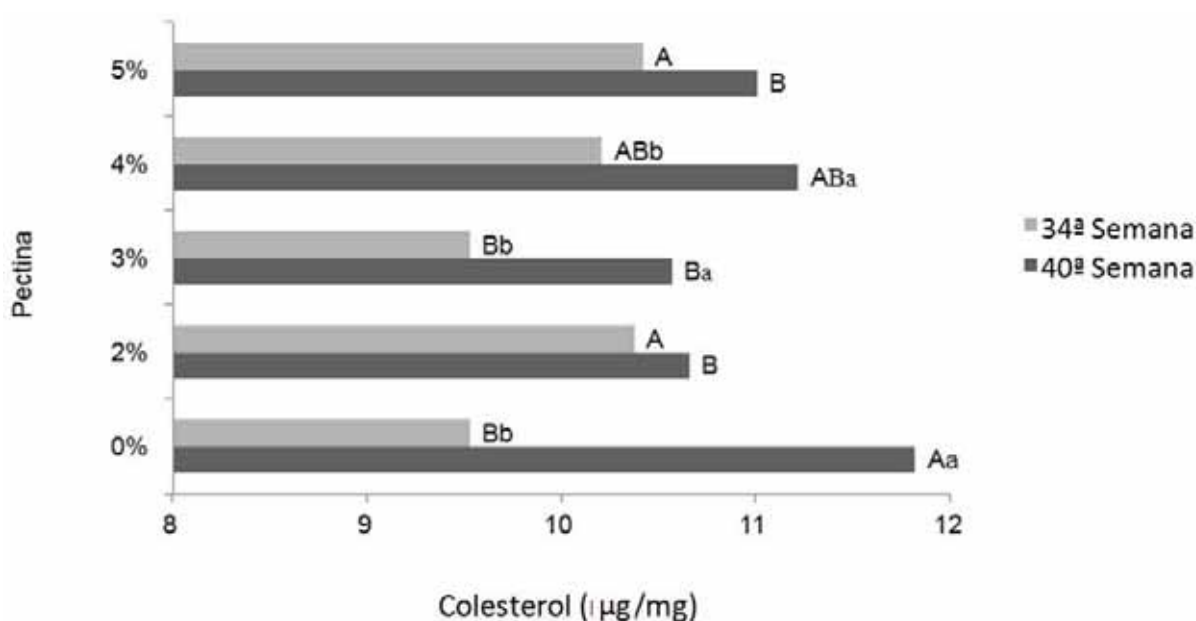


Figura 7. Composição de colesterol (mg/100g) da gema dos ovos de poedeiras semipesadas na 34^a e 40^a semana de tratamento, de acordo com o conteúdo de pectina na ração. A-B e a-b: comparação das médias entre os tratamentos e dentro de cada tratamento, respectivamente ($P<0,05$).

5.6. Digestibilidade da ração

Na Tabela 10 estão apresentados os dados obtidos para o volume (VE) e umidade da excreta (UE), e coeficientes de digestibilidade (CD) da matéria seca (CDMS), matéria mineral (CDMM), da matéria orgânica (CDMO), do extrato etéreo (CDEE), da proteína bruta (CDPB). Todos esses parâmetros foram influenciados significativamente, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), de acordo com o nível de pectina na dieta.

Tabela10. Valores médios de volume e umidade da excreta, e coeficientes de digestibilidade para poedeiras semipesadas de acordo com a porcentagem de pectina na ração.

Tratamentos	Excreta		Coeficiente de digestibilidade (%)				
	Volume (Kg)	Umidade (%)	MS	MM	MO	EE	PB
Controle	1,46A	75,29BC	70,15A	41,06A	74,45A	84,16A	81,93 ^a
Pectina 2%	1,48A	73,29C	67,28A	18,27C	76,16A	86,60A	82,65 ^a
Pectina 3%	1,77B	76,95AB	62,53B	32,69B	67,28B	82,01A	79,28AB
Pectina 4%	1,88B	77,12A	64,46B	27,35B	70,50B	74,75B	80,76 ^a
Pectina 5%	2,21C	76,93AB	58,29C	28,73B	62,96C	65,54C	75,19B
P	0,0013	0,0027	<0,0001	0,0008	<0,0001	<0,0001	<0,0001

CD: coeficientes de digestibilidade da matéria seca MS (%), matéria mineral MM (%), matéria orgânica MO (%), extrato etéreo EE (%) e proteína bruta PB (%), em função do nível de pectina na dieta. Significância pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A Figura 8 mostra que os valores de volume e umidade das excretas (Fig. 8A e 8B) apresentaram efeito linear e quadrático em função dos níveis de pectina. Os efeitos foram significativos e observa-se que à medida que aumenta a quantidade de pectina na dieta também desce a quantidade do volume da excreta, e a umidade máxima atingida em 4,08% de pectina.

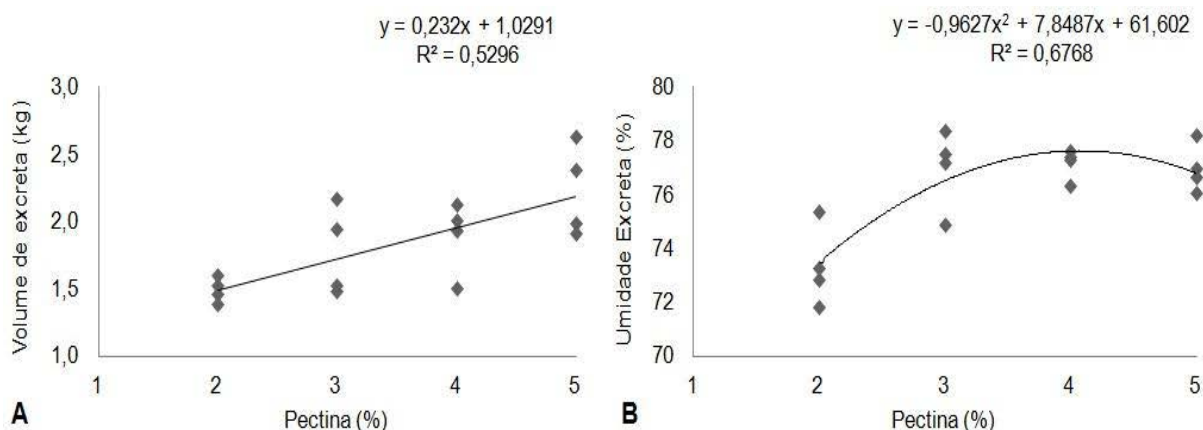


Figura 8. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) para: (A) volume e (B) umidade das excretas de poedeiras semipesadas em ensaio de digestibilidade com dieta contendo pectina cítrica.

As equações das regressões dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria mineral, matéria orgânica, extrato etéreo e proteína bruta em função dos níveis de pectina são apresentados na Figura 9. O CDMS e CDMO diminuíram de forma significativa ($P \leq 0,05$) e linear em função dos níveis de pectina na ração (Fig. 8A e 8B), os dados indicam efeito quadrático para CDMM e CDPB, tem ponto máximo em 4% e 2% de pectina na dieta, enquanto o CDEE mostrou diferença significativa entre os tratamentos com efeito linear de diminuição da digestibilidade em função do aumento do nível de pectina.

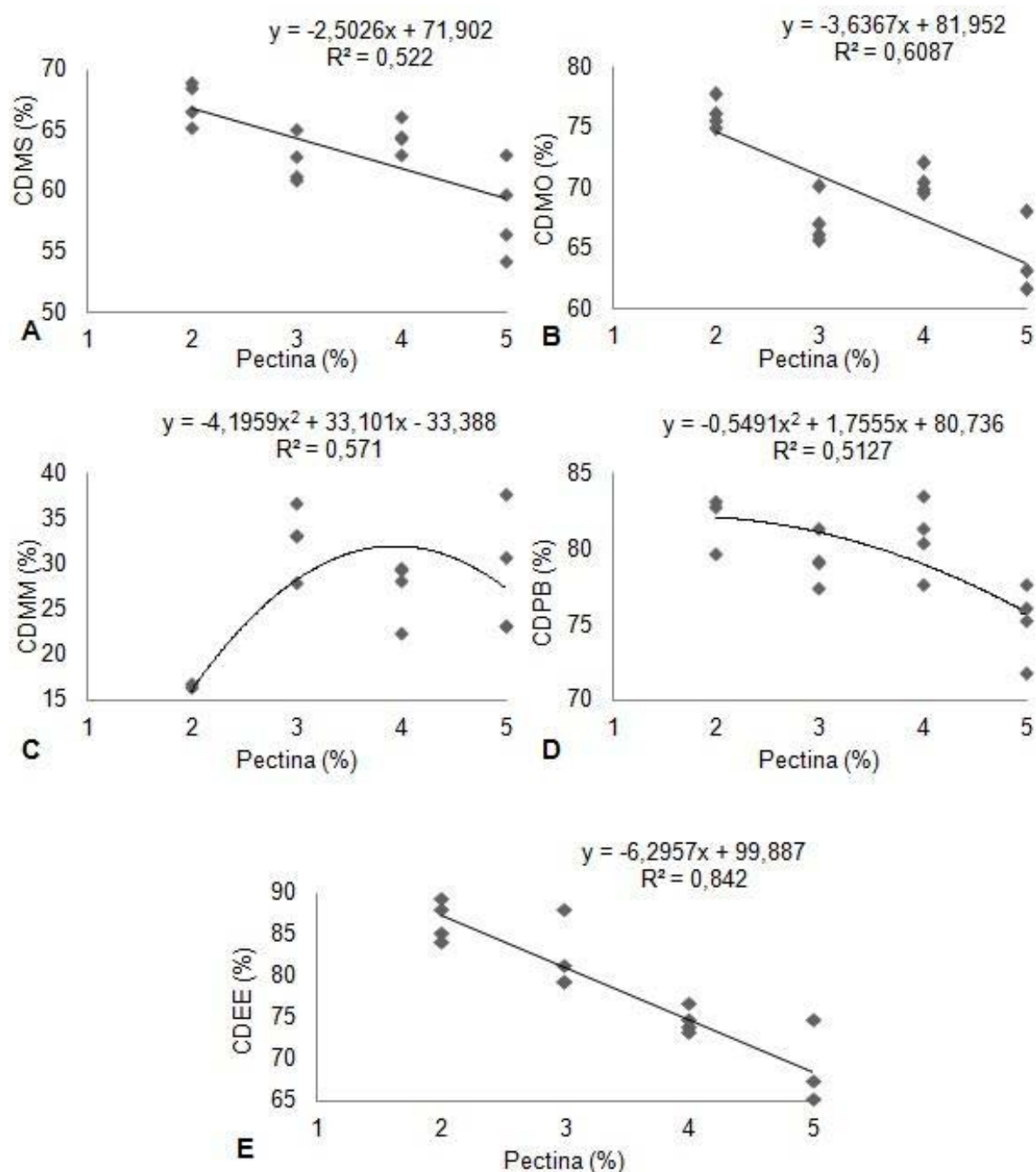


Figura 9. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) para: (A) coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), (B) matéria orgânica (CDMO), (C) matéria mineral (CDMM), (D) proteína bruta (CDPB) e (E) extrato etéreo (CDEE) de poedeiras semipesadas em ensaio de digestibilidade com dieta contendo pectina cítrica.

6. Discussão

No presente estudo, a ingestão de ração contendo até 5% de pectina cítrica durante 12 semanas (da 29^a à 41^a semana) não influenciou o consumo total de ração, o número e peso total de ovos produzidos e a conversão alimentar das poedeiras *Lohmann Brown*. Tais dados concordam com os obtidos por Hartini et al. (2002), que analisaram os efeitos de ração com 76% de cevada para outra linhagem de poedeiras semipesadas, e Thimotheo (2012), que analisou os efeitos da adição de até 1% de pectina na ração. Contudo, eles diferem dos resultados obtidos por Silva et al. (2012), que registraram melhora no desempenho dos frangos que ingeriram ração contendo menos que 1% de pectina na ração, mostrando diferenças nas respostas à ingestão de fibra entre linhagens de corte e postura.

Embora a adição de fibra solúvel não tenha influenciado os parâmetros de desempenho, as poedeiras que ingeriram ração contendo pectina apresentaram menor ganho de peso durante o período experimental, que culminou com seu menor peso corporal comparado às aves controles na 40^a semana de idade. Esse dado indica que as poedeiras que receberam ração com pectina estão usando os nutrientes e energia absorvidos para a produção de ovos, ou seja, para a reprodução, em detrimento do próprio crescimento. O ensaio de digestibilidade do presente estudo mostrou significativa diminuição dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e extrato etéreo das rações contendo pectina, diminui a digestibilidade de cinzas e/ou proteína bruta, o que explica a ausência de ganho de peso das aves que ingeriram ração com a fibra solúvel. Tal diminuição da digestibilidade da ração ocorre devido a geleificação da pectina no interior do trato gastrointestinal, que dificulta a ação de enzimas (LEVIN, 1989), diminuindo a disponibilidade de carboidratos, lipídios e minerais para absorção (ARJMANDI et al. 1992; FERNANDEZ, 2002; SILVA et al., 2012).

Os resultados do presente estudo também mostraram aumento no volume total de excretas com aumento na ingestão de pectina, resultante da

redução na digestibilidade da matéria seca e do aumento de seu conteúdo de água. Isso é resultante do aumento no consumo hídrico das aves alimentadas com ração contendo fibra solúvel (SILVA et al., 2012), decorrente do processo de geleificação da fibra e conseqüentemente altera a viscosidade e volume da digesta (JELTEMA e ZABIK, 1980).

Apesar da ausência de alterações nas variáveis zootécnicas, ausência de ganho de peso corporal pelas aves que receberam ração contendo pectina e a diminuição da digestibilidade da matéria seca dessas rações indicavam possível alteração da qualidade dos ovos produzidos pelas aves. Analisando o peso dos ovos e de seus componentes (casaca, albúmen e gema) à cada três semanas, foi verificada a ocorrência de influência da pectina sobre o peso médio dos ovos ao longo do período experimental, bem como de seus componentes, culminando com diferenças entre tratamentos na 40ª semana. Nesta semana, os ovos mais pesados (~64g) foram produzidos por aves que consumiram ração com 3% de pectina e os mais leves (~57,5g) por aves que consumiram ração com 2% da fibra, que diferiram em cerca de 4g e 2,5g, respectivamente, do peso médio dos ovos das aves que não ingeriram fibra (~60g), em consequência de aumento no peso do albúmen, nos primeiros, e de redução no peso da casca e da gema, nos últimos. Tais dados diferem dos obtidos por Thimotheo (2012), o que deve ser resultante do fato da autora ter analisado porcentagens menores de pectina na ração ($\leq 1\%$).

As análises da qualidade dos ovos realizadas nesse estudo também registram queda na gravidade específica dos ovos no final do período experimental com e sem ingestão de pectina. Segundo Carvalho et al. (2007), a gravidade específica diminui à medida que as aves envelhecem, em consequência da diminuição da altura de albúmen e unidade Haugh. De acordo com os resultados obtidos, houveram flutuações na altura do albúmen, altura, largura e índice gema, unidade Haugh e cor da gema ao longo do período experimental (29ª à 40ª semana) ocorreram independentemente da ingestão de pectina. Houve efeito contínuo da pectina sobre a cor da gema, que se tornou mais esbranquiçada quanto maior a ingestão da fibra, indicando sua interferência sobre a incorporação de pigmentos (carotenoides) na gema durante o desenvolvimento dos folículos ovarianos (AWANG et al., 1992 e

HENCKEN, 1992). Na 31ª semana, a ingestão de ração contendo 5% pectina melhorou a altura do albúmen e gema, o índice gema e a unidade Haugh, embora tenha diminuído a largura e a cor amarelada da gema. Na 34ª semana, apenas o efeito sobre a altura do albúmen, unidade Haugh e cor da gema foi mantido. Na 37ª semana, apenas o efeito sobre a cor foi observado. Na 40ª semana, aves que ingeriram ração com 2% de pectina produziram ovos com menor altura e largura de gema, aves que ingeriram ração com 3% de pectina produziram ovos com menor unidade Haugh e gema mais esbranquiçada, enquanto que as aves alimentadas com ração contendo 4% e 5% de fibra produziram ovos com menor altura de albúmen e índice gema, unidade Haugh e gema mais esbranquiçada. Apesar dessas flutuações, análise geral da qualidade dos ovos produzidos ao longo do período em análise (da 29ª à 40ª semana) mostra que ingestão de ração com 2% de pectina reduziu a largura e a pigmentação da gema, com 3% reduziu a unidade Haugh e a pigmentação da gema, com 4% reduziu os valores de todas as variáveis, e com 5% apenas tornou a gema menos pigmentada. Esses resultados mostram que, embora adição de 3% de pectina na ração tenha melhorado o peso dos ovos produzidos na 40ª semana, ela diminuiu a unidade Haugh e pigmentação da gema, e que 2% de pectina reduziu além do peso dos ovos reduzindo o tamanho da gema. Tais efeitos da pectina observados sobre a qualidade dos ovos no presente estudo não foram registrados por Thimotheo (2012) para Isa Brown, o que também deve estar relacionado com o uso de menores porcentagens de pectina na ração ($\leq 1\%$). A diminuição nos valores da unidade Haugh é considerada indicativa de declínio na qualidade do ovo (CUNNINGHAM et al., 1960), pelo fato da UH estar relacionada com a emulsificação do albúmen após agitação e sua capacidade de retenção de ar na rede proteica (ALLEONI e ANTUNES, 2001). Nesse contexto, os dados mostram que adição de 5% de pectina melhorou a qualidade dos ovos durante 6 semanas de ingestão e que ração com 3 e 4 % de pectina diminui a qualidade dos ovos ao final de 12 semanas de consumo contínuo.

A menor digestibilidade da matéria seca e o aumento da umidade da excreta levaram a análise dos efeitos da ingestão de ração com pectina sobre as características de qualidade dos ovos discutidas anteriormente envolviam

alterações na composição química dos ovos. Não foram registrados efeitos dessa fibra sobre o conteúdo de matéria seca, matéria orgânica e cinzas na casca dos ovos, reforçando os dados de Thimotheo (2012). Independente da ingestão de fibra a casca dos ovos foi composta em sua maior parte por matéria mineral e em menor quantidade por matéria orgânica (escleroproteínas e colágeno), concordando com os dados de Ornellas (1985). Todavia, houve queda no conteúdo de matéria seca, matéria orgânica e cinzas na 40ª semana em todos os tratamentos, indicando queda na qualidade da casca com a idade das poedeiras (HESTER et al., 2004). A utilização da pectina não afetou a umidade, matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta no albúmen em comparação às aves que ingeriram ração sem a fibra, mas adição de 3% e 5% de pectina diminuiu o conteúdo de água em relação à 2%. Na 40ª semana, porém, o conteúdo de cinzas do albúmen diminuiu com o aumento da porcentagem de pectina na ração, atingindo conteúdo menor que o dos ovos de aves que não receberam fibra com a ingestão de ração contendo 4% e 5% de fibra, em consequência do não aumento do conteúdo de cinzas ou de sua queda, da 29ª à 40ª semana. Menor conteúdo de cinzas no albúmen também foi registrado para poedeiras Isa Brown que ingeriram ração com 0,5% e 1% de pectina (THIMOTHEO, 2012). Os resultados mostram que aves que receberam ração com 3% de pectina produziram ovos mais pesados, com maior peso de albúmen, mas com menor conteúdo de minerais; enquanto que as aves que receberam ração com 2% produziram ovos mais leves, com gema menor e albúmen com menor conteúdo mineral. No que se refere à gema, os resultados desse estudo indicam potencial uso da pectina na ração para a redução da concentração de colesterol na gema dos ovos, temporariamente. Na 34ª semana as aves que ingeriram ração contendo 2%, 4% e 5% de pectina diminuíram o conteúdo lipídico, proteico, mineral e aumentou o de água, e ração contendo 2%, 3% e 5% diminuiu a concentração de colesterol. Tais efeitos foram mantidos até a 40ª semana, mas o conteúdo de lipídio não foi alterado pela ingestão de ração com 5% de pectina, o conteúdo proteico se tornou menor também nas aves que receberam ração com 3% de pectina, o conteúdo de água foi maior apenas com ingestão de ração contendo 2% e 4% de fibra, e a concentração de colesterol foi igual com ingestão de ração com 3% e 4% de fibra e maior com 2% e 5%. Os dados obtidos na 40ª semana de

idade para composição de cinzas da gema reflete em sua totalidade os efeitos da fibra sobre a digestibilidade duração, enquanto que no caso do conteúdo lipídico e proteico isso ocorre parcialmente.

7. CONCLUSÕES

Dietas contendo até 5% de pectina cítrica para poedeiras semipesadas alteram a digestibilidade da ração e a composição dos ovos, mas a sua utilização mostra-se favorável por não causar mudanças no desempenho das aves e por diminuir a quantidade de colesterol nos ovos quando ingerida durante 6 semanas.

8. REFERÊNCIAS

ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, Campinas. v.58, n.4, p.681-685, 2001.

AMABIS, J. M. and MARTHO, G. R. **Biologia das populações**. São Paulo: Moderna, 2004.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the association of Official Analytical Chemists**. . v. 2, 16. ed. Washington: AOAC, 1995

ARJMANDI, B. H; CRAIG, J.; NATHANI, S.; REEVES, R.D. Soluble dietary fiber and cholesterol influence in vivo hepatic and intestinal cholesterol biosynthesis in rats. **Journal of nutrition**, v. 122, n 7, p. 1559-1565, 1992.

AWANG, I. P. R.; CHULAN, U.; AHMAD, F. B. H. Curcumin for upgrading skin color of broilers. *Pertanika*, v. 15, n. 1, p. 37-38, 1992.

BARRETO, S. C. S.; ZAPATA, J. F. F.; FREITAS, E. R.; FUENTES, M. de F. F.; NASCIMENTO, R. F. do.; ARAÚJO, R. S. dos R. M.; AMORIM, A. das G. N. Ácidos graxos da gema e composição do ovo de poedeiras alimentadas com rações com farelo de coco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, dez. 2006.

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

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Comparison of the cholesterol content of brazilian chicken and quail eggs. **Journal of Food Composition and Analysis**, 2003.

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

BRITTON, W. M. Effect of albumen pH on yolk mottling. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, p. 1330-1335, 1976.

CARR, T.P.; WOOD, K. J.; HASSEL, G. A. Raising intestinal contents viscosity leads to great excretion of neutral steroids but not bile acids in hamster and rats. **Nutr. Res.**, v.23, p.91-102, 2003.

CARVALHO, F. B.; STRINGHINI, J. H.; FILHO, R. M. J.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B.; DEUS, H. A. S. B.; Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. **Ciência Animal Brasileira** , v. 8, n. 1, p. 25-29, jan./mar. 2007.

COSTA F. G. P.; OLIVEIRA C. F. S.; DOURADO L. R. B.; NETO R. C. L.; CAMPOS M. A. S. F.; LIMA A. G. V. O. Níveis de cálcio em dietas para poedeiras semipesadas após o pico de postura. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.4, p.624-628, 2008.

CUNNINGHAM, F.E.; COTTERIL, O.J.; FUNK, E.M. The effect of season and age of bird. I. On egg size, quality and yield. **Poultry Science**, v.39, p.289-299, 1960.

DJOUSS'E L.; CAZIANO J. M.; LEE I. Egg consumption and risk of type 2 diabetes in men and women. **Diabetes care**, Boston, volume 32, number 2, 2009.

DIAS, L.T.S. Metabolismo hepático de lipídios em frangos de corte (*Gallus domesticus*) com diferentes níveis de proteína e energia na dieta. 59f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

ELKIN R.G. Reducing shell egg cholesterol content. I. Overview, genetic approaches, and nutritional strategies, **3rd International Symposium on Egg Nutrition for Health Promotion**, Banff, Alberta, Canada. 2004.

FAO Agriculture. Disponível em: <<http://www.fao.org.br>>. Acesso em: 26/2/2014.

FARIA, D.E. et al. Interação nutrição e qualidade de ovos para processamento industrial. In: simpósio **sobre nutrição animal-colégio brasileiro em nutrição animal**. [s.l.: s.n.], 2002. disponível em: <<http://www.lisina.com.br/upload/bibliografia/ovos-cbna-2002.pdf>>. acesso em: 27 dez. 2013.

Fanchiotti, F. E; Moraes G. H. K; Barbosa, A. A; Albino, L. F. T; Paulo Roberto Cecon, P. R; Moura, A. M. A.; Avaliação de óleos, carvão vegetal e vitamina E no desempenho e nas concentrações lipídicas do sangue e dos ovos de poedeiras. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.12, p.2676-2682, 2010.

FERNANDEZ, J. A.; JORGENSEN, J. N. Digestibility and absorption of nutrients as affected by fibre content in the diet of the pig. **Quantitative aspects. Livest. Prod. Sci.** 15:53. 1986.

FERNANDEZ, M. L.; SUN, D. M.; TOSCA, M. A.; MCNAMARA D. J. Citrus pectin and cholesterol interact to regulate hepatic cholesterol homeostasis and lipoprotein metabolism: A dose-response study in guinea pigs. **The American Journal of Clinical Nutrition.** USA, 59:869-78, 1994.

FERNANDEZ, S.V.; TANNURI, U.; DOMIGUES, G.; UEHARA, D.Y.; CARRAZZA, F. R. Efeito de dietas ricas em fibras sobre ratos em crescimento: estudo experimental. 2002. **Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo**, São Paulo. v. 24, p.32-37, 2002.

FIETZ, V. R.; SALGADO, J. M. Efeito da pectina e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicérides em ratos hiperlipidêmicos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, vol.19, n.3, p.3218-3221, 1999.

FREITAS, D. G.C.; JACKIX, M.N.H. Efeito de bebida adicionada de frutoligossacarídeo e pectina no nível de colesterol e estimulação de bifidobactérias em hamsters hipercolesterolêmicos. **Braz. J. Food Technol. Preprint Serie**, n.189, 2005.

GAVA, A. J. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Nobel, 284p. 1984.

GRAHAM, H., AMAN, P. WHOLECROP PEAS. L.L. Digestion of early- and late-harvested crops in the gastrointestinal tract of pigs. **Animal Feed Science. Technol.** 17:33, 1987.

GRAHAM, H., AMAN, P. The pig as a model in dietary fibre digestion studies. **Scand. J. Gastroenterol.** 22 (Suppl. 129):55. 1987.

GUTKOSKI, L.C.; TROMBETTA, C. Avaliação dos teores de fibra alimentar e de beta-glicanas em cultivares de aveia (*Avena sativa* L). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.9, n.3, p.387-390, 1999.

HARTINI, S.; CHOCT, M.; HINCH, G.; KOCHER, A.; NOLAN, J. V. Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of Isa Brown laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v.11, p.104-110, 2002.

HENCKEN, H. Chemical and physiological behavior of feed carotenoids and their effects on pigmentation. **Poultry Science**, v. 71, n. 4, p. 711-717, 1992.

HESTER, P.Y., M.A. SCHREIWEIS, J.I. ORBAN, H. MAZUKO, M.N. KOPKA, M.C. LEDUR and M.E. MOODY. Assessing bone mineral density *in vivo*: dual energy X-ray absorptiometry. **Poultry Science**, 83: 215-221, 2004.

HOUREDET, D.; MULLER, G. **Carbohydr. Polym.** 16, p. 409. 1991.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da produção agropecuária IBGE**, 2013. p. 41, 2013.

JENKINS, D.J.A., WOLEVER, T.M.S., Jenkins, A.L. **Fibra e Outros Fatores Dietéticos que Afetam a Absorção e o Metabolismo dos Nutrientes**. In: Shils,

M.E., OLSON, J.A., SHIKE, M., ROSS, A.C., **Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença**. 9ª ed. São Paulo: Manole; p. 728 – 732, 2003.

JELTEMA M.A.; ZABIK, M.E. Revised method for quantitative fiber components **Journal of the Science of food and agriculture**, London, v. 31, p. 820-829, 1980.

JOHNSON, A. L. Reproduction in the female. P. 586-587 in G. C. Whittow, (Ed.), **Sturkie's Avian Physiology**. Academic Press, San Diego, CA, 2000.

LARBIER, M.; LECLERQ, B. **Nutrition and Feeding of Poultry**. Nottingham: Nottingham University, 350p, 1994.

LEE, A. and GRIFFIN, B. Dietary cholesterol, eggs and coronary heart disease risk in perspective. **British Nutrition Foundation, Nutrition Bulletin**, Guildford, v. 31, p. 21-27; 2006.

LEVIN, R. J. Dietary carbohydrate and Kinetics of intestinal functions in relation to hexose absorption. In: DOBBING, J. **Dietary starches and sugars in man: a comparison**. New York. Springer-Verlag, p. 87-117, 1989.

LUZIA, D. M. M. L.; JORGE, N. Atividade antioxidante do extrato de sementes de limão (Citrus limon) adicionado ao óleo de soja em teste de estocagem acelerada. **Quimica Nova**, v.32, n.4 p. 1-4, 2009.

MACHADO, C. R. Crescimento do tecido adiposo. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (editores) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p. 246, 2002.

MADRID, A.V.; CENZANO, J.; VICENTE, J.M. **Manual de Indústria dos Alimentos**. São Paulo: Varela. p. 489-495, 1996.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v.7, p.3-11, 1965.

MAZALLI, M. R.; SALDANHA, T. E BRAGAGNOLO, N. - Determinação de colesterol em ovos: comparação entre um método enzimático e um método por

cromatografia líquida de alta eficiência. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, 62(1): 49 - 54, 2003.

MORENG, R. E.; AVENS, J. S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, p. 380, 1990.

NAKAMURA, Y.; ISO, H.; KITA, Y.; UESHIMA, H.; OKADA, K.; KONISHI, M.; INOUE, M. AND TSUGANE, S. Egg consumption, serum total cholesterol concentrations and coronary heart disease incidence: Japan Public Health Center-based prospective study. **British Journal of Nutrition**, 96, 921–928, 2006.

OBA, A. SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A.; KODAWARA, L. M.; NORKUS, E. A., CERQUEIRA, A. A. Características produtivas e níveis de colesterol total no sangue e nos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com dietas suplementadas com cinza vegetal, cobre, crômio e probiótico. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. p. 205-210. 2005.

PENNA, A. L. B. Hidrocolóides: usos em alimentos. **Food Ingredients**, v. 17, p. 58-64, 2002.

PIEIDADE, J; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. I. Efeito do resíduo do abacaxizeiro (caules e folhas) e da pectina cítrica no nível de colesterol sanguíneo em ratos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, p. 149-156, 2003.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, L.S.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 252p, 2011.

RODRIGUES-PALENZUELA, P.; GARCIA, J.; DE BLAS, C. Fibra soluble y su implicación en nutrición animal: enzimas y probióticos. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL (FEDNA), 14., **Apostila**. Barcelona: FEDNA, Barcelona, p.229-239. 1998.

SADER, A.P.O.; OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T. Application of kjeldahl and dumas combustion methods for nitrogen analysis. **Archives of Veterinary Science** v. 9, n. 2, p. 73-79, 2004.

SAS Institute, SAS (Statistical Analysis System). Users guide. **SAS institute Inc., Cary, NC**. 2002.

SANTOS JUNIOR, J.C.M. Laxantes e Purgativos: O Paciente e a Constipação Intestinal. **Revista Brasileira de Coloproctologia**, v.23, n.2, p.130-140, 2003.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 1 ed. Jaboticabal:FUNEP, 2007. 283p.

SAUVEUR, B. El huevo para consumo: bases productivas. Tradução por Carlos Buxadé Carbó. Barcelona: Aedos Editorial, p 377, 1993.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 4 ed. Viçosa:UFV, 2012.

SILVA, V. K. Pectina na ração de frangos de corte: digestibilidade, parâmetros zootécnicos e metabolismo lipídico. 134f. Tese (Doutorado em Zootecnia - Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

SILVA, V.K; MORITA, V.S.; BOLELI, I.C. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com pectina na ração. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v.6, n.4, p.1017-1026, 2012.

SOUZA-SOARES, L. A., E SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: Ed. da Universidade UFPEL. 2005.

THIMOTEO, M. Efeito da ingestão de fibra dietética sobre a produção e qualidade de ovos de poedeiras comerciais. (Trabalho de conclusão de curso – Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

VORAGEN, A. G. J. *et al.* Pectins. In: STEPHEN, A. M. (Ed.). **Food polysaccharides and their applications**. New York: Marcel Dekker, p. 287-340, 1995.