

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
SUDESTE DE MINAS GERAIS – CAMPUS RIO POMBA**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM NUTRIÇÃO E
PRODUÇÃO ANIMAL**

LIDIANE DA COSTA SANTANA

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DE OVOS DE
CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO
MICROALGA *Schizochytrium* sp.**

**RIO POMBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018**

LIDIANE DA COSTA SANTANA

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DE OVOS DE
CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO
MICROALGA *Schizochytrium* sp.**

**RIO POMBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018**

LIDIANE DA COSTA SANTANA

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DE OVOS DE
CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO
MICROALGA *Schizochytrium* sp.**

Dissertação apresentada ao *Campus* Rio Pomba, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Nutrição e Produção Animal para a obtenção do título de Mestre

Orientadora: Profa. Michele de Oliveira Mendonça

Co-orientador: Guilherme de Souza Moura

**RIO POMBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2018**

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Jofre Moreira – IFET/RP
Bibliotecária: Tatiana dos Reis Maciel CRB 6 / 2711

S231d Santana, Lidiane da Costa.

Desempenho zootécnico e qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo microalga *Schizochytrium* sp. / Lidiane da Costa Santana. – Rio Pomba, 2017.

80f. : il.

Orientador: Prof.^a Dsc. Michele de Oliveira Mendonça.

Trabalho de Conclusão de Curso Pós - graduação *Stricto Sensu* em Nutrição e Produção Animal - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba.

1. Zootecnia. 2. Coturnicultura. 3. Codorna japonesa - fortificação nutricional. I. MENDONÇA, Michele de Oliveira (orient.). II. Título.

CDD: 636.5

LIDIANE DA COSTA SANTANA

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DE OVOS DE
CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM RAÇÕES
CONTENDO MICROALGA *Schizochytrium* sp.**

Dissertação apresentada ao *Campus* Rio Pomba, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Nutrição e Produção Animal para a obtenção do título de Mestre.

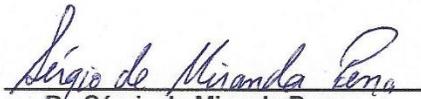
APROVADA: 07/12/2017



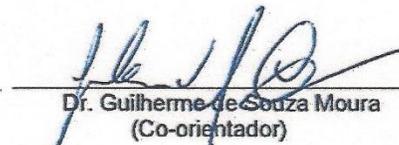
Dra. Vanessa Riani Olmi Silva



Dr. Sérgio Luiz de Toledo Barreto



Dr. Sérgio de Miranda Pena



Dr. Guilherme de Souza Moura
(Co-orientador)



Dra. Michele de Oliveira Mendonça
(Orientadora)

DEDICATÓRIA

Na certeza de tantos a agradecer. Dedico a Deus, minha fortaleza nos momentos de angústia, minha família, amigos, mestres e em especial meu sobrinho Nicolás.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir ser quem sou, conquistar novos conhecimentos e a dádiva da constante evolução.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – *Campus* Rio Pomba, por proporcionar a subida de mais um degrau em meu desenvolvimento profissional.

À Empresa *Alltech* Inc. pelo fornecimento da microalga *Schizochytrium* sp.

À Empresa Destaque (Esley Belo), pelo apoio em análises laboratoriais.

Aos meus pais Elecir e Leila, pessoas de fibra e determinação que nunca deixam de reforçar que o esforço deve sempre se unir a fé. Mãe, obrigada por ser a general do silêncio e pai por ser meu maior incentivador.

Aos meus “pequenos” Bernardo e Gilsane por aguentarem a complicada tarefa de serem meus irmãos/filhos, foi estressante mas ACHO que está acabando.

Ao meu sobrinho Nicolas, dono dos meus sorrisos espontâneos.

Ao meu irmão do coração Guilherme, meu companheiro de brincadeiras e disparates, durante esta jornada você foi o parceiro que incentivou e não deixou de acreditar um só minuto que eu daria conta do recado.

A ELA! MICHELE MENDONÇA, minha orientadora, amiga e psicóloga. Tudo começou com uma admiração profissional, hoje consigo ver que você é realmente um ser extremamente iluminado. Gratidão por me fazer crescer como ser humano, como profissional, por apoiar minhas ideias, por elevar minha autoestima, por mostrar que realmente se importa e preocupa, enfim por me permitir crescer com você.

À “Charlottita” (minha *top model* favorita) pelas calorosas recepções.

Ao Guilherme Moura, por toda atenção e confiança, sem você esse trabalho não existiria.

À professora Vanessa Riani, pela colaboração em mais uma parceria.

Ao Dr. Sérgio Barreto, pela aceitação em dividir seus conhecimentos. É sempre bom ter perto raízes mardespanhenses.

À Dra. Ana Vlândia Bandeira Moreira pela atenção e execução das análises do perfil de ácidos graxos.

Ao professor Sérgio Pena pela disposição em contribuir com esse trabalho.

À Renata, um ser humano iluminado e com uma energia incrível. Guardarei com carinho todos os seus conselhos.

Aos professores que com seus ensinamentos possibilitaram chegar até aqui.

Aos colaboradores do setor de Avicultura e Coturnicultura, João, Adão e Josiano pelo apoio e paciência em todo processo de desenvolvimento desse trabalho.

Aos meus amigos Ana, Pati, Mailson, Victor, Mauro e Ronald pela ajuda, dedicação e execução desse trabalho.

Aos colegas de turma, pelo apoio, momentos de descontração, fortalecimento e trocas de conhecimento.

Aos colegas da plataforma: Edson, Evaldo, Márcio e Dedé pelo incentivo e apoio.

Ao “Rei dos Lanches”, Rose, Reinaldo e Jéssica (amiga e parceira de apartamento), meu muito obrigada.

Aos amigos e familiares que nos momentos de ausência dedicados ao meu crescimento profissional fizeram entender que metas só se cumprem a partir da permanente dedicação.

Por último e não menos importante agradeço um ser muito especial que não se encontra mais nesse plano, minha avó Aparecida. Sinto sua falta, mas acima de tudo sua forte influência em tudo que faço. Sei que somos ligadas por um elo que nunca se rompe: o Amor!

Enfim, a todos que, a sua maneira, colaboraram e participaram de minha formação, os meus sinceros agradecimentos.

“Liberte-se da escravidão mental. Ninguém além de você pode libertar sua mente!” Bob Marley (1945 – 1981)

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE ABREVIATURAS	ix
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVOS	3
Geral	3
Específicos	3
CAPÍTULO I	4
REVISÃO DE LITERATURA	4
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
CAPÍTULO II	21
DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO MICROALGA <i>Schizochytrium</i> sp.	21
RESUMO	21
ABSTRACT	22
1. INTRODUÇÃO	23
2. OBJETIVOS	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5. CONCLUSÃO	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
CAPÍTULO III	40
PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO MICROALGA <i>Schizochytrium</i> sp.	40
RESUMO	40
ABSTRACT	41
1. INTRODUÇÃO	42
2. OBJETIVOS	43
3. MATERIAL E MÉTODOS	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
5. CONCLUSÃO	63
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
CONCLUSÃO GERAL	68

ANEXO I	69
ANEXO II	70
ANEXO III	73
ANEXO IV	76

RESUMO

SANTANA, Lidiane da Costa. Mestrado Profissional em Nutrição e Produção Animal, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Dezembro de 2017. **Desempenho zootécnico e qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo microalga *Schizochytrium* sp.** Orientadora: Michele de Oliveira Mendonça. Co-orientador: Guilherme de Souza Moura.

Objetivou-se avaliar os efeitos sobre o desempenho zootécnico; o perfil lipídico da gema; a qualidade sensorial, interna e externa de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo níveis crescentes de microalga *Schizochytrium* sp. O experimento teve duração de 42 dias divididos em três períodos de 14 dias cada. Foi utilizado um plantel de 210 codornas (*Coturnix coturnix japonica*) distribuídas em delineamento inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos (0, 10, 20, 30 e 40 g de microalga *Schizochytrium* sp./kg de ração) com seis repetições de sete aves por unidade experimental. Avaliou-se o desempenho zootécnico (consumo de ração; produção de ovos; produção de ovos comercializáveis; peso médio e massa de ovos; conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos e viabilidade das aves); a qualidade dos ovos (peso específico, peso e porcentagem dos componentes e intensidade da cor amarela das gemas); o perfil lipídico das gemas; as características sensoriais dos ovos (cor, sabor, aroma e impressão global) e intenção de compra. Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo que para os parâmetros significativos ao nível de 0,05 de probabilidade procedeu-se a regressão polinomial. Das características de desempenho zootécnico e qualidade interna dos ovos foi detectado efeito quadrático significativo ($p < 0,05$) somente para intensidade da cor amarela da gema dos ovos das codornas japonesas, o qual atingiu valor máximo com a inclusão na ração de 40 g de *Schizochytrium* sp./kg de ração. Constatou-se redução linear ($p < 0,05$) no teor de ácidos graxos saturados da gema; incremento linear ($p < 0,05$) nos teores de poli-insaturados, nas relações poli-insaturados: saturados e poli-insaturados: monoinsaturados e ômega 6 (n-6) total. Já o teor de ômega 3 (n-3) apresentou valor mínimo com a inclusão de 6,5 g de *Schizochytrium* sp./kg de ração e a relação n-6/n-3 foi maximizada com a adição de 10,5 g/kg da microalga. Para as notas dos atributos sensoriais: cor, aroma e impressão global houve aumento linear ($p < 0,05$) com a adição dos níveis crescentes de microalga na ração das codornas. Conclui-se que a inclusão de até 40 g/kg de microalga *Schizochytrium* sp. na ração de codornas japonesas não prejudica o desempenho zootécnico nem a qualidade interna e externa dos ovos, a suplementação acentua a cor amarela da gema, além de propiciar a fortificação de n-3 nos ovos. A adição da microalga ainda proporciona excelente aceitação sensorial.

Palavras-chave: Coturnicultura, *Coturnix*, DHA, nutrição animal, ômega 3.

ABSTRACT

SANTANA, Lidiane da Costa. Professional Master in Nutrition and Animal Production, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, December de 2017. **Zootechnical performance and egg quality of Japanese quails fed with microalga *Schizochytrium* sp. diets.** Adviser: Michele de Oliveira Mendonça. Co-adviser: Guilherme de Souza Moura.

The main goal was to evaluate the effects on the zootechnical performance; the lipid profile of the yolk; the internal and external sensorial quality of Japanese quail eggs fed with diets containing increasing levels of microalgae *Schizochytrium* sp.. The experiment lasted 42 days, divided into three periods of 14 days each. A total of 210 quails (*Coturnix coturnix japonica*) distributed in a completely randomized design with five treatments (0, 10, 20, 30 and 40 g of *Schizochytrium* sp. microalgae/kg of feed) were used with six replicates of seven birds per experimental unit. The parameters evaluate were: zootechnical performance (feed intake; egg production; marketable egg production, egg weight and mass; feed conversion per dozen and per egg mass and viability); egg quality (specific weight, weight and percentage of the components, intensity of the yellow color of the egg yolks); the lipid profile of the yolks; the sensory characteristics of the eggs (color, taste, aroma and overall impression) and purchase intention. The results were submitted to the analysis of variance, and for the significant parameters at the 0.05 probability level, the polynomial regression was performed. From the characteristics of the zootechnical performance and the internal quality of the eggs, a significant quadratic effect was detected only for the intensity of the yellow color of the eggs of the Japanese quails, which reached maximum value with the inclusion in the feed of 40 g/kg *Schizochytrium* sp. A linear reduction ($p < 0.05$) was observed in the content of saturated fatty acids of the yolk; linear increase ($p < 0.05$) in polyunsaturated contents, in polyunsaturated: saturated and polyunsaturated: monounsaturated and omega 6 (n-6) total. However, the omega 3 (n-3) content presented a minimum value with the inclusion of 6.5 g/kg *Schizochytrium* sp. and the n-6/n-3 ratio was maximized with the addition of 10.5 g/kg microalgae. For the notes of sensorial attributes: color, aroma and overall impression there was a increase linear ($p < 0.05$) with the addition of increasing levels of microalgae in the quail feed. It was concluded that the inclusion of up to 40 g/kg of microalga *Schizochytrium* sp. in the Japanese quail ration does not decrease the zootechnical performance nor the internal and external quality of the eggs. Supplementation accentuates the yellow color of yolk, in addition to providing fortification of n-3 in the eggs. The addition of the microalgae still provides excellent sensory acceptance.

Keywords: Coturniculture, *Coturnix*, DHA, animal nutrition, omega 3.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGPI – Ácidos Graxo Poli-insaturados

AGPI-CML - Ácidos Graxos Poli-insaturados de Cadeia Média

n-3 – Ômega 3

n-6 – Ômega 6

n-9 – Ômega 9

POLI – Poli-insaturado

SAT – Saturado

MONO – Monoinsaturado

n-6/n-3 – Relação ômega 6: ômega 3

POLI/SAT – Relação poli-insaturado: saturado

POLI/MONO – Relação poli-insaturado: monoinsaturado

MONO/SAT – Relação monoinsaturado: saturado

EPA - Ácido Eicosapentaenoico

DHA – Ácido docosaexaenoico

INTRODUÇÃO GERAL

A coturnicultura de postura é um segmento da produção animal que se encontra em plena expansão. Ao considerar o desenvolvimento dessa atividade, destaca-se o incremento no número de codornas alojadas juntamente com o aumento do consumo de ovos per capita anual. De acordo com Bertechini (2010), o consumo per capita de ovos de codorna na década de 90 era da ordem de cinco unidades. Em 2010, a estimativa de consumo foi de 14 ovos de codorna por pessoa por ano, tendo perspectiva de que em 2020 o consumo per capita anual seria aproximadamente de 30 unidades. Entretanto, em 2013, esse consumo atingiu 27 ovos per capita anual, o que representa consumo de 4,5 vezes maior quando comparado a 2002 (BERTECHINI, 2013), representado também por um aumento no plantel de aproximadamente 12% nos últimos anos. Estes fatos demonstram, que facilmente a perspectiva de consumo de 30 unidades em 2020 será rapidamente alcançada.

Notou-se, na última década, juntamente às qualidades produtivas das codornas, mudança nos hábitos alimentares da população, que favoreceram o aumento do consumo de ovos de codornas, além disso, em busca de uma melhor qualidade de vida, preferindo hábitos saudáveis, a sociedade tem optado pelo consumo de alimentos funcionais (MENDONÇA et al., 2015).

Para um alimento ser considerado funcional, suas propriedades devem demonstrar papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou outros constituintes possuem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano (BRASIL, 1999). Assim, além de ser importante reserva de proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais, o ovo contém substâncias promotoras da saúde e preventivas de doenças, o que o torna um alimento funcional (MAZZUCO, 2008).

Na busca de se adaptar à essa nova demanda, o mercado avícola tem sido pioneiro na promoção de novas tecnologias para a fortificação de produtos de origem animal. Os “*designer’s eggs*” são ovos, que além de conservar as qualidades funcionais, nutricionais e sensoriais do produto final, têm uma composição lipídica alterada, elevando a proporção de ácidos graxos ômega 3 (n-3) e ômega 6 (n-6) (SIM, 1998). Assim, o processo de fortificação de ovos com n-3 apresenta-se como uma

excelente alternativa de fonte alimentar desse nutriente para melhorar a dieta humana, devido a sua relativa disponibilidade e acessibilidade (HARGIS; VAN ELSWYK, 1993).

Entretanto, naturalmente o ovo possui níveis reduzidos do ácido linolênico e dos ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa da série n-3 e conseqüentemente, há interesse em maximizar o uso de ingredientes que os contenham, pois existe correlação entre os níveis desses ácidos nas rações das aves e os níveis nas gemas.

O emprego de algas marinhas na dieta de aves tem chamado atenção, cujo objetivo é buscar novas possibilidades de suplemento alimentar à produção de ovos fortificados com ômega 3 (CEDRO et al., 2010; MENDONÇA JÚNIOR, 2000; PITA et al., 2006).

As algas são organismos autótrofos com alto valor nutricional, servindo de base na cadeia alimentar de organismos aquáticos. Desta forma, a inclusão de algas em dietas de animais pode ser uma alternativa para aumentar a incorporação de DHA (ácido docosaexaenoico) em produtos de origem animal, como carne e ovos. Além disso, possuem em sua composição pigmentos, os quais podem influenciar a coloração de ovos e carne.

As pesquisas ainda são bastante escassas em relação ao metabolismo e absorção de lipídeos, além do pouco conhecimento referente à incorporação de ômega 3 nos produtos de origem animal. Com isso faz-se necessário a condução de estudos para avaliar o desempenho zootécnico e a qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo microalga *Schizochytrium* sp.

OBJETIVOS

Geral

Objetivou-se avaliar os efeitos sobre o desempenho zootécnico, perfil lipídico da gema e a qualidade sensorial, interna e externa de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo microalga *Schizochytrium* sp.

Específicos

- a) Avaliar o desempenho zootécnico de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de microalga *Schizochytrium* sp.;
- b) Determinar o perfil lipídico dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de microalga *Schizochytrium* sp.;
- c) Aferir a qualidade interna e externa dos ovos e a influência dos pigmentantes presentes em algas sobre a coloração da gema; e
- d) Mensurar a aceitação sensorial e intenção de compra de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de microalga *Schizochytrium* sp.

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

Estudos nas últimas décadas têm elucidado as importantes funções desempenhadas no organismo humano pelos ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa das famílias ômega 6 (n-6) e ômega 3 (n-3) e as reações envolvidas na sua formação a partir dos ácidos linoleico (C18:2 n-6) e alfa-linolênico (C18:3 n-3) (MENDONÇA, 2013).

A denominação do grupo ômega está relacionada com a posição da primeira dupla ligação, contando a partir do grupo metílico final da molécula de ácido graxo (LIMA JUNIOR et al., 2011). Existem três famílias importantes de ácidos graxos comumente consumidos na dieta: n-9, n-6 e n-3, sendo que apenas as duas últimas representam os ácidos graxos essenciais para o organismo. Os lipídeos de 18 átomos de carbonos que pertencem a essas famílias - ácido α -linolênico (18:3 n-3), ácido linoleico (18:2 n-6) e ácido oleico (18:1 n-9) - usam as mesmas enzimas - dessaturases ($\Delta 6$ e $\Delta 5$) e uma elongase - para sintetizar seus derivados com 20 átomos de carbonos: ácido eicosapentaenoico (EPA, 20:5 n-3), ácido araquidônico (AA, 20:4 n-6) e ácido eicosatrienoico (ETA, 20:3 n-9) (GARÓFOLO; PETRILLI, 2006) (Figura 1).

Desde 1975, os ácidos graxos da série n-3 são estudados pela importância na prevenção de doenças que acometem humanos, este fato foi demonstrado com resultados de esquimós da Groelândia. Notou-se que estes indivíduos por consumirem peixes que contém esses ácidos graxos apresentavam baixa incidência de problemas cardíacos e artrites. Segundo os resultados deste estudo, a taxa de mortalidade dessa população era inferior em relação às demais, já que os alimentos que os esquimós consumiam eram enriquecidos com AGPI n-3, contidos em algas marinhas e peixes (DYERBERG et al., 1975).

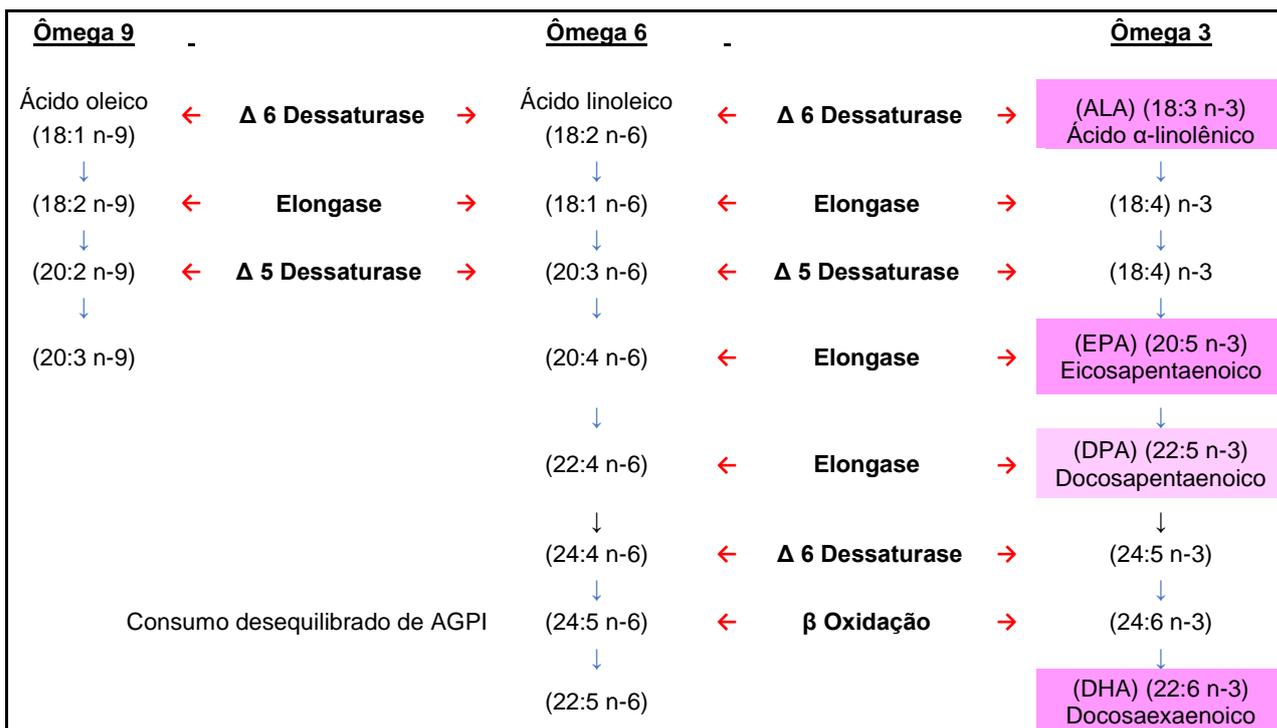


Figura 1 - Transformação dos ácidos graxos ômega 9, 6 e 3.
Fonte: Adaptado de Gomes (2008).

Os AGPI n-3 são benéficos quanto à diminuição dos níveis de colesterol sanguíneo, reduzem a pressão arterial e agregação plaquetária; influencia na atividade e desenvolvimento normal do sistema nervoso fetal e em neonatos e no desenvolvimento normal da retina em recém-nascidos. É importante salientar que no caso de ovos enriquecidos com AGPI esses não possuem menor teor de colesterol, porém, os AGPI agem diretamente no sangue, melhoram a circulação e diminuem a taxa de LDL (“colesterol ruim”), controlando, assim, a pressão arterial e o nível de triglicérides sanguíneo, o que previne as doenças cardíacas (BAZAN; MOLINA; GORDON, 2011).

O ácido graxo docosaenoico (DHA) encontrado em peixes de águas frias, é um ácido importante da série n-3, fundamental para a formação do tecido nervoso, visual e além de conferir boa formação da massa encefálica (BERTECHINI, 2012).

A relação do consumo de peixe (fonte de ácidos n-3) e doenças coronarianas em mulheres foi estudada por Hu et al. (2002), que constataram que mulheres que consomem peixes fonte de ômega 3 possuem menores risco de infarto do miocárdio e índice de morte por doenças cardiovasculares.

Segundo Pimentel et al. (2005), a ingestão de ácido graxo ômega-3 provoca alterações estruturais e funcionais na membrana fosfolipídica. A fluidez da membrana celular aumenta, permitindo maior mobilidade das proteínas, favorece a interação hormônio-receptor e transporte de substratos entre os meios intra e extracelular. Ocorre também redução nos níveis de triglicérides plasmáticos por inibição da secreção hepática de VLDL (lipoproteína de baixa densidade) e por diminuição da atividade de várias enzimas hepáticas responsáveis pela síntese de triglicerídeos.

Novello et al. (2006) recomendaram que mulheres gestantes e no período de lactação consumam fontes de DHA devido este ácido graxo ter relação positiva no desenvolvimento cerebral do feto e aumentar a função cognitiva da criança.

Neste sentido, ao avaliarem a suplementação com DHA em crianças de 18 meses de idade por um período de 12 meses, Drover et al. (2011) demonstraram que as crianças suplementadas apresentaram índices superiores de desenvolvimento mental e da linguagem, quando comparadas àquelas não suplementadas.

Neste segmento, Birch et al. (2010) ressaltaram que crianças alimentadas com fórmulas que continham níveis mais altos de DHA e administradas por mais tempo, apresentaram melhor acuidade visual e maior sensibilidade da retina à luz. A explicação para as atribuições desse ácido ser considerado de fundamental importância para diversos tecidos corporais, deve-se ao fato do DHA participar da maior porção fosfolipídica de diversas células (ALESSANDRI et al., 1998).

Visentainer et al. (2000) estabeleceram a relação dos níveis de DHA, em diferentes espécies de peixes marinhos da costa brasileira e concluíram que entre as espécies e partes corporais estudadas, os níveis de DHA totais (olho + filé) foram superiores para as espécies atum e bonito. Concluindo, então, que a região ocular é uma fonte de DHA, mas que não é dada seu devido valor nutricional, já que na maior parte dos locais de processamento do pescado a cabeça é descartada. Os autores ainda mencionaram que a sardinha, considerada um produto de preço acessível, e o bonito apresentaram, neste estudo, maiores somatórios para os níveis de DHA nos filés.

Os ácidos poliênicos da série 3 e 6 encontrados nos tecidos animais e ovos estão diretamente relacionados a quantidade desses ácidos que são consumidos na dieta (BERTECHINI, 2012). Esses ácidos graxos apresentam insaturações separadas

apenas por um carbono metilênico e são obtidos por meio da dieta ou produzidos pelo organismo a partir dos ácidos linoleico e alfa-linolênico, pela ação de enzimas alongase e dessaturase (MARTIN et al., 2006).

De acordo com os autores supracitado, a produção de AGPI-CML está intimamente ligada a razão n-6/n-3 da dieta e, se estas razões estiverem elevadas, pode resultar na diminuição da produção de alguns ácidos graxos essenciais como o DHA, proporcionando com isso o desenvolvimento de algumas doenças.

À vista disso, tem-se procurado balancear corretamente a proporção de ingestão de AGPI n-6 e n-3. A princípio, a dieta humana contava com uma relação n-6/n-3 de aproximadamente 1:1, entretanto com os avanços tecnológicos notou-se que essa relação foi aumentada até 25:1 nas dietas ocidentais (SIMOPOULOS, 2000).

Mendonça (2013) enfatiza que um balanço adequado na proporção n-6/n-3 na dieta é essencial para o metabolismo do organismo humano, uma vez que os AGPI das séries n-6 e n-3 são metabolicamente diferentes, dispendo de funções fisiológicas opostas (pró e anti-inflamatória, respectivamente), deste modo, o equilíbrio nutricional é importante a fim de se obter a homeostasia e o desenvolvimento normal do organismo.

Portanto, as recomendações encontram a uma proporção de ácidos graxos ômega 6/ômega 3, de 5:1 até 10:1. Nos períodos de gestação e lactação recomenda-se garantir a ingestão de 300 mg/dia de DHA, aproximadamente (GÓMEZ, 2003).

Na busca da melhoria da relação desses AGPI, nutricionistas têm utilizado ingredientes específicos na composição da dieta animal com objetivo de enriquecê-las. Desta forma, modifica-se a composição de lipídeos, vitaminas e minerais, agregando valor nutricional e econômico do produto. A fortificação de ovos com ácidos graxos ômega-3 para aves, evita a deficiência de AGPI que tem associação com a perda de memória e diminuição da função cognitiva (MAZZUCO, 2008).

A utilização de estratégias nutricionais com o intuito de melhorar a composição e qualidade dos produtos de origem animal destinado a alimentação da população, constitui-se em um elo entre a produção animal, a tecnologia de alimentos e a nutrição humana (BARRETO et al., 2006).

Neste sentido, o ovo se destaca por ser considerado um alimento de excelência nutricional devido sua proteína de alto valor biológico. Logo, o aumento do consumo de ovos e a utilização de seus benefícios nutricionais dependem da qualidade do produto que se oferece ao consumidor (BRESSAN; ROSA, 2002). Ademais o consumo de ovos traz muitos benefícios à saúde devido sua composição lipídica, a presença de vitaminas A, E, K e complexo B, minerais como ferro, fósforo, selênio e zinco, carotenoides como a luteína e zeaxantina, além de ser uma fonte importante de colina (HENRIQUE, 2002).

A estratégia de fortificação das dietas com ômega 3 é uma realidade na atual conjuntura da produção avícola, tanto para aves de postura quanto de corte. Em relação a avicultura de postura, o método de fortificação de ovos com ácidos graxos poli-insaturados se destaca (Tabela 1). Esses ovos são enriquecidos com quantidades consideráveis desses ácidos em relação a uma dieta normal (BERTECHINI, 2012).

Tabela 1 - Composição em ácidos graxos do ovo de galinha (100 g sem casca)¹

Ácido Graxo	Ovo de galinha Convencional	Ovo de galinha Fortificado
Lipídeos Totais (g)	10,20	9,00
Ácidos Graxos Saturados (%)	31,73	27,91
Ácidos Graxos Monoinsaturados (%)	49,68	46,46
Ácidos Graxos Poli-insaturados (%)	18,59	25,63
Ácidos Graxos Ômega 3 (mg)	70,00	418,00

¹Análises realizadas no ITAL, Campinas, SP em 2003.

Fonte: Bertechini (2012).

MENDONÇA (2013) salienta que os ovos são o modelo de referência para a transferência de nutrientes da dieta, haja vista que o tipo de ácido graxo presente na gema está relacionado ao tipo de lipídeo consumido pela ave, logo com a inclusão de ingredientes ricos em n-3 em rações para aves poedeiras (galinhas e codornas) é possível alterar benéficamente a composição lipídica da gema através do enriquecimento de AGPI n-3.

A utilização de produtos ou ingredientes enriquecidos possibilitam maiores níveis de ácidos graxos insaturados da série n-3 em ovos de poedeiras. O conteúdo normal de DHA na gema do ovo é de aproximadamente 30 a 40 mg e com a adição

de n-3 na ração esse nível pode chegar até 480 mg de DHA/ovo (SALDANHA; GONZALES, 2012).

Bertechini (2016) ainda enfatiza que os ovos de codornas apresentam maiores conteúdos de DHA em relação aos ovos de galinhas poedeiras (1,27 contra 0,56%); e no que se refere a relação de ácidos graxos n-6/n-3, os ovos de codornas apresentam menor relação (5,6) comparado com ovos de galinhas (14,2), o que favorece significativamente a nutrição humana.

Os benefícios da suplementação alimentar com AGPI n-3 na alimentação de codornas têm sido verificados por alguns pesquisadores (MENDONÇA, 2013). Ao avaliar a possível mudança no perfil de ácidos graxos em ovos de codorna, foi verificado que o ácido oleico da série n-9 se apresentou em maior concentração nas gemas das aves alimentadas com dietas contendo óleo canola. Para o AGPI linoleico (n-6) foi observado redução em seu nível, logo, a substituição de óleo de soja por óleo canola na dieta altera o perfil de ácidos graxos, aumentando a porcentagem de ácido oleico e diminuindo a de ácido linoleico na gema de ovos de codornas (ROLL et al., 2011a).

Todavia, Hayat et al. (2010) ressaltaram que o enriquecimento de ovos com AGPI n-3 promove danos oxidativos aos lipídios da gema e redução global da qualidade dos ovos. Assim, apesar das vantagens à saúde obtidas pelo consumo de ovos fortificados com AGPI n-3, o aumento no grau de insaturação dos lipídios dos ovos pode conduzir a maior suscetibilidade à oxidação, o que aumenta a possibilidade de reduzir os níveis desses ácidos graxos e, com isso, comprometer seu apelo mercadológico (MENDONÇA, 2013).

Roll et al. (2011b) também mencionaram que o processo de oxidação lipídica pode causar perda de qualidade da ração devido, entre outras coisas, a produção de compostos tóxicos reduzindo o valor nutritivo do alimento. Quando se utiliza fontes com as mesmas proporções de AGPI que o óleo de canola é necessário adicionar antioxidantes para que as características como gordura abdominal sejam reduzidas e não haja perda de peso de peito de codornas macho.

Para codornas de postura também foram verificados que a suplementação de n-3 na alimentação de matrizes melhorou a composição de ácidos graxos na gema

dos ovos, influenciando também o desenvolvimento do tecido ósseo nos embriões (LIU; DENBOW, 2001).

Uma alternativa para a fortificação de ovos com AGPI n-3 é a utilização de algas marinhas que como suplemento alimentar pode melhorar o valor nutricional das dietas, além de serem ingredientes, normalmente, sem nenhum tipo de contaminação. Estas, ainda possuem alguns pigmentos naturais chamados carotenoides (SHIELDS; LUPATSH, 2012) que é uma fonte rica de caroteno (CHOWDHURY; HUQUE; KHATUN, 1995) podendo ser classificados como amarelo, laranja ou vermelho (SHIELDS; LUPATSH, 2012).

As algas vêm sendo utilizadas na aquicultura há pouco tempo, mas, o seu uso pode ser direcionado tanto para animais terrestres quanto para espécies aquáticas. Tanto as macro quanto as microalgas estão sendo cultivadas, contudo, os estudos sobre a inclusão desse alimento em rações para animais ainda precisam de mais abordagens, pois, embora não essenciais, sua utilização nas formulações pode melhorar a qualidade nutricional das dietas (SHIELDS; LUPATSH, 2012).

As microalgas marinhas, principalmente àquelas advindas de águas frias, são produtoras primárias de EPA e DHA, estas apresentam teores que variam de 5 a 10% na matéria seca, constituindo uma excelente fonte de AGPI n-3 para peixes (BARCLAY et al., 1994).

Com isso o mercado de microalgas heterotróficas com grandes concentrações de DHA, tais como *Cryptocodinium cohnii*, *Schizochytrium*, e *Ulkenia* tem demonstrado plena expansão (RATLEDGE, 2004). Dentre as microalgas citadas, a *Schizochytrium* sp., vem se destacando por alcançar um cultivo de alta densidade celular (BAILEY et al., 2003). Estes AGPI de origem microalgal têm um mercado muito promissor na biotecnologia, em especial na indústria de alimentos funcionais (BERTOLDI; SANT'ANNA; OLIVEIRA, 2008).

A *Schizochytrium* sp. é um microorganismo unicelular esférico, que apresenta alta taxa de crescimento, contém até 48,95% de DHA em relação ao total de ácidos graxos (REN et al., 2010; SARKER et al., 2016) e pode ser facilmente cultivada (WU; YU; LIN, 2005). Logo, com a procura pela melhoria da eficiência na produção de tais microalgas acredita-se que a produção em larga escala possibilitaria a redução dos custos de produção e assim reduziria o preço do produto final (WATTERS et al. 2013).

Em países que carecem de aprimorar o desenvolvimento rural sustentável, a busca por recursos alimentares alternativos, ambientalmente adequados e eficientes, são altamente relevantes. Com isso, a inclusão de algas na alimentação animal se torna um alicerce em virtude de suas especificidades.

A utilização de algas na alimentação animal transfigura-se uma potencial possibilidade, em virtude da procura por fontes substitutas ao óleo e a farinha de peixe, uma vez que se tornam cada vez mais escassas. Assim, as algas se inserem nesse contexto por produzirem diretamente os AGPI como os das séries n-6 e 3, lipídios importantes presentes no óleo e na farinha de peixe (SHIELDS; LUPATSH, 2012).

Existem diferentes espécies de algas, porém as mais estudadas são as *Chlorella* e *Scenedesmus*. A primeira possui alta resistência a alterações nas condições ambientais (CHOWDHURY et al., 1995), podendo ser utilizada como alimento para suprir as deficiências de proteína (MARIMURA; NOBUKO, 1954). Porém, para se produzir algas deve-se levar em consideração quatro fatores importantes: nutrição, luz, temperatura e pH (CHOWDHURY et al., 1995).

As algas têm sido utilizadas também na alimentação de galinhas poedeiras para a produção de ovos com melhor nível nutricional de ácidos graxos, como o DHA, porém o custo na alimentação fica mais elevado (SALDANHA; GONZALES, 2012). Ao trabalhar com diferentes fontes aquáticas que contém ômega-3, Piber Neto (2006) observou que a mistura de algas e óleo de atum e sardinha na ração das galinhas poedeiras proporcionou níveis de incorporação de DHA mais elevados na gema do ovo.

Diante da suplementação da dieta de galinhas com a alga *Nannochloropsis* sp (conhecida pela riqueza em EPA), Nitsan et al. (1999) notaram aumento de 25% nos valores totais de AGPI n-3 da gema. Neste segmento, Herber; Van Elswyk (1996), ao empregarem de 1,5 a 3% de algas marinhas à dieta de poedeiras obtiveram valores de 6,9 e 8,2 mg de DHA/g de gema, respectivamente.

Ao utilizarem microalga *Chlorella vulgares* em dietas para galinhas poedeiras, Halle et al. (2009) observaram melhora na produtividade e na eclodibilidade dos ovos.

Macroalgas *Enteromorpha prolifera* e *Cladophora sp* enriquecidas com íons foram adicionadas ao alimento de galinhas poedeiras, e influenciaram positivamente o peso e a espessura da casca do ovo (MICHALAK et al., 2010).

Também foi observado que a utilização de alga como fonte de ômega 3 na alimentação de galinhas poedeiras aumentou o conteúdo de AGPI nos ovos (KASSIS et al., 2010). Isto corrobora com Rymer et al., (2010), os quais mencionaram que a utilização de algas para o enriquecimento de dietas de frango é eficaz na substituição ao óleo de peixe, pois produzem os mesmos efeitos em relação a deposição de ácidos graxos.

A utilização da alga *Lithothamnium calcareum* em dieta de frangos de corte apresenta-se como uma importante fonte de calcário, pois a biodisponibilidade de cálcio é maior, o que melhora a conversão alimentar dos animais (AIRHART et al., 2002).

A inclusão de farinha de algas calcárias para frangos de corte pode substituir o calcário na ração sem prejudicar o desempenho dos animais (ZANINI et al., 2000). Segundo Pope et al. (2002), esses animais quando alimentados com esta fonte apresentam maior ganho de peso e melhor rendimento de peito.

Em um estudo com galinhas poedeiras, a alga *Lithothamnium* foi incluída na ração e verificou-se que o calcário calcítico pode ser substituído em até 45% sem prejuízos no desempenho e qualidade dos ovos (PELÍCIA et al., 2006). Notou-se que para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), a inclusão dessa alga aumentou a produção de ovos (PERALI et al., 2003) e houve melhora na casca dos ovos, além de aumento no peso de gema (MELO et al. 2008).

Assim, faz-se necessária a condução de pesquisas a fim de evidenciar o impacto da adição de fontes de ômega 3 na ração sobre o desempenho zootécnico e a qualidade de ovos de codorna. Principalmente, Mendonça (2013) destacar que o crescimento e o desenvolvimento da coturnicultura no Brasil, representar um incremento significativo do número de codornas alojadas (6,2 milhões de aves alojadas em 2002 contra o alojamento em 2016 de 15,10 milhões) juntamente com o aumento do consumo de ovos per capita anual, de cinco ovos de codorna por pessoa na década de 90 para uma estimativa em 2020 de 30 ovos por ano (BERTECHINI, 2010), associada a maior demanda por produtos diferenciados e a preocupação do consumidor com a qualidade funcional dos alimentos. Desta forma, a inclusão de

microalgas, fontes de ômega 3, na ração de codornas japonesas pode ser próspera para ofertar ao mercado consumidor ovos fortificados com n-3, tornando-os uma opção de fonte alimentícia, de custo baixo, para estimular efetivamente o consumo desses ácidos graxos essenciais.

Nesse sentido, o trabalho foi subdividido em dois com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão de microalga *Schizochytrium* sp. em rações para codornas japonesas em postura sobre:

- Desempenho zootécnico e qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo microalga *Schizochytrium* sp. (Capítulo II);
- Perfil de ácidos graxos e caracterização sensorial de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo microalga *Schizochytrium* sp. (Capítulo III).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRHART, J.C.; TAYLOR, S.J.; PURSER, K.W., Southern, L.L. The bioavailability in chicks of calcium in a product derived from calcified seaweed (Marigro). **Journal Poultry Science**. v. 32, p. 118, 2002.

ALESSANDRI, J.M.; GOUSTARD, B.; GUESNET, P.; DURANT, G. Docosahexaenoic acid concentrations in retinal phospholipids of piglets fed an infant formula enriched with long-chain polyunsaturated fatty acids: effects of egg phospholipids and fish oils with different ratios of eicosapentaenoic acid to docosahexaenoic acid. **Americal Journal of Clinical Nutrition**. v. 67, n. 3, p. 377-385, 1998.

BAILEY, R.B.; DIMASI, D.; HANSEN, J.M.; MIRRASOUL, P.J.; RUECKER, C.M.; VEEDER, G.T.; KANEKO, T.; BARCLAY, W.R.. Enhanced production of lipids containing polyenoic fatty acid by very high density cultures of eukaryotic microbes in fermentors. **US Patent 6607900**. 2003.

BARCLAY, W.R.; MEAGER, K.M. ABRIL, J.R. Heterotrophic production of long chain omega-3 fatty acids utilizing algae and algae-like microorganisms. **Journal of Applied Phycology**, v. 6, p. 123 -129, 1994.

BARRETO, S.C.S.; ZAPATA, J.F.F.; FREITAS, E.R.; FUENTES, M.F.F.; NASCIMENTO, R.F.; ARAUJO, R.S.R.M; AMORIM, A.G.N. Ácidos graxos da gema e composição do ovo de poedeiras alimentadas com rações com farelo de coco. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**. Brasília, v. 41, n. 12, p. 1767 - 1773, 2006.

BAZAN, N. G.; MOLINA, M. F.; GORDON, W. C. Docosahexaenoic Acid Signalolipidomics in Nutrition: Significance in Aging, Neuroinflammation, Macular Degeneration, Alzheimer's, and Other Neurodegenerative Diseases. **Annual review of nutrition**, v. 31, p. 321, 2011.

BERTECHINI, A.G. Situação Atual e Perspectivas Para a Coturnicultura no Brasil. In: IV Simpósio Internacional e III Congresso Brasileiro de Coturnicultura. 2010. Lavras: **Anais...** Lavras - MG, 2010.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. 2. ed. Lavras: UFLA Editora, 2012. 375p.

BERTECHINI, A.G. Situação atual e perspectivas da coturnicultura industrial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL E IV CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 5., 2013, Lavras. **Anais...** Lavras, 2013.

BERTECHINI, A.G. Mitos e verdades sobre os ovos de codornas. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 14., 2016, Ribeirão Preto - SP, **Anais...**, São Paulo: APA. 2016. CD-ROM.

BERTOLDI, F.C.; SANT'ANNA, E.; OLIVEIRA, J. L.B. REVISÃO: BIOTECNOLOGIA. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 26, n. 1, 2008.

BIRCH, E.E.; CARLSON, S.E.; HOFFMAN, D.R.; FITZGERALD-GUSTAFSON, K.M.; FU, V.L.; DROVER, J.R.; CASTEÑEDA, Y.S.; MINNS, L.; WHEATON, D.K.; MUNDY, D.; MARUNYCZ, J.; DIERSEN-SCHADE, D.A. The DIAMOND (DHA Intake And Measurement Of Neural Development) Study: a double-masked, randomized controlled clinical trial of the maturation of infant visual acuity as a function of the dietary level of docosahexaenoic acid. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 91, p. 848 - 59, 2010.

BOURRE, J.M. Omega-3, animal feeding, nutritional value, and derived products where to find omega-3 fatty acids and how feeding animals with diet enriched in omega-3 fatty acids to increase nutritional value of derived products for human: what is actually useful? **The Journal of Nutrition, Health & Aging**, v. 9, n. 4, p. 232 - 242, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 18, de 30 de abril de 1999. **Aprova o Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos**. Brasília, 1999.

BRESSAN, M.C.; ROSA, F.C. Processamento e industrialização de ovos de codornas. In: Simpósio Internacional de Coturnicultura. 2002. Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA. 2002. p. 68 - 69, 2002.

CEDRO, T.M.M.; CALIXTO, L.F.L.; GASPAR, A.; HORA, A.S. Teores de ácidos graxos em ovos comerciais convencionais e modificados com ômega-3. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1733 - 1739, 2010.

CHOWDHURY, S.A.; HUQUE, K.S.; K.S.; KHATUN, M. **Algae in Animal Production**. Agricultural science for biodiversity and sustainability in developing countries: Proceedings of a Workshop, Tune Landboskole, Denmark, p.181 - 191, 1995.

COSTA NETO, J.M.; TEIXEIRA, R.G.; SÁ, M.J.C.; LIMA, A.E.; JACINTO-ARAGÃO, G.S.; TEIXEIRA, M.W.; MARTINS FILHO, E.F.; TORÍBIO, J.M.M.L.; AZEVEDO, A.S.. Farinha de algas marinhas ("Lithothamnium calcareum") como suplemento mineral na cicatrização óssea de autoenxerto cortical em cães. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v. 11, n. 1, p. 217 - 230, 2010.

DROVER, J. R.; HOFFMAN, D. R.; CASTAÑEDA, Y. S.; MORALE, S. E.; GARFIELD, S.; WHEATON, D. H.; BIRCH, E. E. Cognitive function in 18-month-old term infants of the DIAMOND study: a randomized, controlled clinical trial with multiple dietary levels of docosahexaenoic acid. **Early human development**, v. 87, n. 3, p. 223 - 230, 2011.

DYERBERG, J.; BANG, H.O.; HJORNE, N. Fatty acid composition of the plasma lipids in greenland eskimos. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 28, p. 958 -966, 1975.

GARÓFOLO, A.; PETRILLI, A. S. Balanço entre ácidos graxos ômega-3 e 6 na resposta inflamatória em pacientes com câncer e caquexia. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 5, p. 611 - 621, 2006.

GOMES, M. A. B. **Ácidos Graxos Essenciais Ω -3 - (AAL) Ácido α Linolênico 18:3(n-3), (EPA) Ácido Eicosapentaenóico 20:5(n-3) e (DHA) Ácido Docosahexaenóico 22:6(n-3)**. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá. Maringá/Paraná, Abril 2008.

GÓMEZ, M. E. L. D. **Modulação da composição de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa**. 2003. 149f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.

HALLE, I.; JANCZYK, P.; FREYER, G.; SOUFFRANT, W.B. Effect of microalgae chlorella vulgaris on laying hen performance. **Archiva Zootechnica**, v. 12, p. 5 – 13, 2009.

HARGIS, P. S.; VAN ELSWYK, M. E. Manipulating the fatty acid composition of poultry meat end eggs for the health conscious consumer. **World's Poultry Science Journal**, v. 49, n. 3, p. 251 - 263, 1993.

HAYAT, Z.; CHERIAN, G.; PASHA, T.N.; KHATTAK, F.M.; JABBAR, M.A. Oxidative stability and lipid components of eggs from flax-fed hens: effect of dietary antioxidants and storage. **Poultry Science**, v. 89, n. 6, p. 1285 - 1292, 2010.

HENRIQUE, A. Alimentos Funcionais - Parte 2. **Revista Oxidologia**, v. 2, p. 8-13, 2002.

HERBER, S. M.; VAN ELSWYK, M. E. Dietary marine algae promotes efficient deposition of n-3 fatty acids for the production enriched shell eggs. **Poultry Science**, v. 75, p. 1501 - 1507, 1996.

HINTZ, H. F.; HEITMAN JUNIOR, H.; WEIR, W.C.; TORELL, D.T.; MEYER, J.H. Nutritive value of algae grown on sewage. **Journal of Animal Science**, v. 25, n. 3, p. 675 - 681, 1966.

HU, F.B.; BRONNER, L.; WILLETT, W.C.; STAMPFER, M.J.; REXRODE, K.M.; ALBERT, C.M.; HUNTER, D.; MANSON, J.E. Fish and omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease in women. **Journal of The American Medical Association**, v. 287, n. 14, p. 1815 - 1821, 2002.

KASSIS, N.M.; BEAMER, S.K.; MATAK, K.E.; JANET C. TOU, J.C.; JACZYNSKI, J. Nutritional composition of novel nutraceutical egg products developed with omega-3-rich oils. **lwt – food science and technology**, v. 43, p. 1204 – 1212, 2010.

LIMA JUNIOR, D.M.; MONTEIRO, P. B.S.; RANGEL, A.H.N.; URBANO, S.A.; MACIEL, M.V. Alimentos funcionais de origem animal. **Revista Verde**, v. 6, n. 2, p. 30 – 40, 2011.

LIU, D.; DENBOW, D.M. Maternal dietary lipids modify composition of bone lipids and ex vivo prostaglandin e2 production in early postnatal japanese quail. **Poultry Science Association**, v. 80, p. 1344 – 1352, 2001.

MARIMURA, Y.; NOBUKO, T. Preliminary experiments in the use of Chlorelta as human food. **Food Technology**, v. 8, p. 179, 1954.

MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, p. 761 - 770, 2006.

MAZZUCO, H. Ovo: alimento funcional perfeito à saúde. **Avicultura industrial - O superalimento: fonte generosa de nutrientes importantes, o ovo é o mais completo alimento para a dieta humana**, Itu, SP: Gessulli, v. 99, n. 1164, p. 12 - 16, 2008.

MELO, T.V.; FERREIRA, R.A.; CARNEIRO, J.B.A.; OLIVEIRA, V.C.; MOURA, A.M.A.; SILVA, C.S.; NERY, V.L.H. Rendimiento de codornices japonesas utilizando harina de algas marinas y fosfato monoamónico. **Archivo de Zootecnia**, v. 57, p. 381 - 384, 2008.

MENDONÇA, M.O., BARBOSA, L.M.R., MELO, T.M.P., MENCALHA, R., MOREIRA, A.V.B., DANTAS, M.I.S., BARRETTO, S.L.T. Avaliação sensorial de ovos, mantidos sob 21 dias sem refrigeração, de codornas alimentadas com rações enriquecidas com ômega 3. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 13., 2015, Ribeirão Preto-SP, **Anais...**, São Paulo: APA. 2015. CD-ROM.

MENDONÇA JUNIOR, C. X.; MARTINS, A. P.; MORI, A. V.; SILVA, E. B.; MORI, C. S.; Efeito da adição de óleo de peixe à dieta sobre o desempenho e níveis de lípidos

plásmaticos e de colesterol no ovo de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 37, n. 1, p. 79 - 83, 2000.

MENDONÇA, M. O. **Desempenho zootécnico e qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes rações de ômega-3**. 2013. 156f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2013.

MICHALAK, I.; CHOJNACKA, K.; DOBRZAŃSKI, Z.; GO´RECKI, H.; ZIELIN´SKA, A.; M. KORCZYN´SKI, M.; OPALIN´SKI, S. Effect of Macroalgae Enriched with Microelements on Egg Quality Parameters and Mineral Content of Eggs, Eggshell, Blood, Feathers and Drop-pings. **Journal of Animal Physiology and Nutrition**, v. 95, p. 374 – 387, 2011.

MICHIELS, J.; SKRIVANOVA, E.; MISSOTTEN, J.; OVYN, A.; MRAZEK, J.; DE SMET, S.; DIERICK, N. Intact Brown Seaweed (*Ascophyllum nodosum*) in Diets of Weaned Piglets: Effects on Performance, Gut Bacteria and Morphology and Plasma Oxidative Status. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 96, n. 6, p. 1101 - 1111, 2012.

NITSAN, Z.; MOKADY, S.; SUKENIL, A. Enrichment of poultry products with n-3 fatty acids by dietary supplementation with the alga *Nannochloropsis* and amntur oil. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 47, p. 5127 - 5132, 1999.

NOVELLO, D.; FRANCESCHINI, P.; QUINTILIANO, D.A.; OST, P.R. Ovo: conceitos, análises e controvérsias na saúde humana. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 56, n.4, p. 315, 2006.

PELICIA, K.; GARCIA, E.A.; SCHERER, M.R.; MORI, C.; DALANEZI, J.A.; FAITARONE, A.B.G.; SALDANHA, E.S.P.B.; PIZZOLANTE, C.C.; BRITO. A.M.; BERTO, D. Efeito da combinação de fontes de cálcio sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais. In: 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa, 2006.

PERALI, C.; ARANOVICH, M.; SANTOS, M.W.; ARANOVICH, S.; COSTA, D.M.F.; SILVA, G.M.; ROCHA, V.F. Efeito de diferentes níveis de adição do Suminal® sobre a produção e peso de ovos de codornas alimentadas com concentrados. In: 40 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, 2003.

PIBER NETO, E. **Enriquecimento do ovo: utilização de óleos de peixes e alga marinha como fontes de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 em rações de galinhas**. 2009. 72p. Tese (Mestrado Medicina Veterinária), Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. **Substâncias bioativas em alimentos funcionais**. São Paulo: Varela, p. 95, 2005.

PITA, M. C.; PIBER NETO, E.; CARVALHO, P. R.; MENDONCA JUNIOR, C. X. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poli-insaturados em ovos de galinha. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 925 - 931, 2006.

POPE, H.R.; OWENS, C.M.; CAVITT, L.C.; EMMERT, J.L.; TAYLOR, S.J. Efficacy of marigro in supporting growth, carcass yield and meat quality of broilers. **The Southern Poultry Science Society**, v. 80, n. 1, p. 25, 2002.

ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease**, v. 34, n. 2, p. 105 - 110, 2002.

ROLL, A.P.; LOPES, D.N.; DEL PINO, F.A.B.; ROLL, V.; DIONELLO, N.J.L.; RUTZ, F. Perfil de ácidos graxos de ovos de codornas alimentadas com óleo de canola e selênio orgânico. In: XIII ENPOS - Encontro de Pós-Graduação. Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas, 2011a.

ROLL, A.P.; PIRES, P.G.; AZAMBUJA, s.; BONGALHARDO, D.; DIONELLO, N.J.; RUTZ, F. Características de carcaça de codornas machos aos 140 dias de idade alimentadas com óleo de canola e selênio orgânico. In: XIII ENPOS - Encontro de Pós-Graduação. Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas, 2011b.

RYMER, C. GIBBS, R.A.; GIVENS, D.I. Comparison of algal and fish sources on the oxidative stability of poultry meat and its enrichment with omega-3 polyunsaturated fatty acids. **Poultry Science**, v. 89, p. 150 – 159, 2010.

SALDANHA, E.S.P.B.; GONZALES, E. Enriquecimento de ácidos graxos na alimentação de poedeiras. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2012.

SHIELDS, R.J.; LUPATSCH, I. Algae for Aquaculture and Animal Feeds. **Journal Animal Science**, v. 21, p. 23 - 37, 2012.

SIM, J. S. Designer eggs and their nutritional and functional significance. The Return of w3 Fatty Acids into the Food Supply. In: **The Return of w3 Fatty Acids into the Food Supply**. Karger Publishers, v. 83, p. 89 - 101, 1998.

SIMOPOULOS, A. P. Human requirement of n-3 polyunsaturated fatty acids. **Poultry Science**, v. 79, p. 961 - 970, 2000.

TURNER, J.L.; DRITZ, S.S.; HIGGINS, S.S.; MINTON, J.E. Effects of *Ascophyllum nodosum* extract on growth performance and immune function of young pigs

challenged with *Salmonella typhimurium*. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 1947 - 1953, 2002.

VISENTAINER, J.V.; CARVALHO, P.O.; IKEGAKI, M.; PARK, Y.K. Concentração de ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosaexaenoico (DHA) em peixes marinhos da costa brasileira. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v. 20, n. 1, p. 90 – 93, 2000.

WATTERS, C.A.; ROSNER, L.S.; ADRIAN, A.F.; Dominy, W.G.; KLINGER-BOMEN, R.; TAMARU, C.S. Nutritional Enhancement of Long-Chain Omega-3 Fatty Acids in Tilapia (*Oreochromis honorum*). **The Israeli Journal of Aquaculture**, 7 pages, 2013.

WU, S.T.; YU, S.T.; LIN, L.P. Effect of culture conditions on docosahexaenoic acid production by *Schizochytrium* sp. S31. **Process Biochemistry**, 40: 3103–3108, 2005.

ZANINI, S.F.; CARVALHO, M.A.G.; COLNAGO, G.; QUILULA, E.R. Uso de farinha de algas como fonte de cálcio na ração de frangos de corte. In: 37º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, 2000.

CAPÍTULO II

DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO MICROALGA *Schizochytrium* sp.

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de microalga *Schizochytrium* sp. em rações de codornas japonesas, sobre o desempenho zootécnico e a qualidade interna e externa de ovos. O experimento teve duração de 42 dias divididos em três períodos de 14 dias cada. Foi utilizado um plantel de 210 codornas (*Coturnix coturnix japonica*) distribuídas em delineamento inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos (0, 10, 20, 30 e 40 g de microalga *Schizochytrium* sp./kg de ração) com seis repetições de sete aves por unidade experimental. Avaliou-se o desempenho zootécnico (consumo de ração; produção de ovos [ave/dia e ave alojada]; produção de ovos comercializáveis; peso médio e massa de ovos; conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos e viabilidade das aves); a qualidade dos ovos (peso específico, peso e porcentagem dos componentes e intensidade da cor amarela das gemas). Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo que para os parâmetros significativos ao nível de 0,05 de probabilidade procedeu-se a regressão polinomial. Das características de desempenho zootécnico e qualidade interna dos ovos foi detectado efeito quadrático significativo somente para intensidade da cor amarela da gema dos ovos das codornas japonesas, o qual atingiu valor máximo com a inclusão de 40 g de *Schizochytrium* sp./kg de ração. Conclui-se que a inclusão em até 40 g de *Schizochytrium* sp./kg de ração não prejudica o desempenho zootécnico nem a qualidade interna e externa dos ovos de codornas japonesas, contudo a suplementação acentua a intensidade da cor amarela da gema.

Palavras-chave: *Coturnix coturnix japonica*, ômega 3, ovos.

ZOOTECNICAL PERFORMANCE AND QUALITY OF EGGS FROM JAPANESE QUAILS FED WITH MICROALGA *Schizochytrium* sp. DIET

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects on the zootechnical performance and the internal and external quality of Japanese quail eggs fed with diets containing increasing levels of microalgae *Schizochytrium* sp. The experiment lasted 42 days, divided into three periods of 14 days each. A total of 210 quails (*Coturnix coturnix japonica*) distributed in a completely randomized design with five treatments (0, 10, 20, 30 and 40 g of *Schizochytrium* sp. microalgae/kg of feed) were used with six replicates of seven birds per experimental unit. The objective of this study was to evaluate the performance of feed (feed intake, egg production, housed poultry), marketable egg production, egg weight and mass, feed conversion per dozen egg mass and poultry viability); the egg quality (specific weight, weight and percentage of the components and the intensity of the yellow color of the eggs). The results were submitted to the analysis of variance, and for the significant parameters at the 0.05 probability level the polynomial regression was performed. From the characteristics of the zootechnical performance and the internal quality of the eggs, a significant quadratic effect was detected only for the intensity of the yellow color of the eggs of the Japanese quails, which reached maximum value with the inclusion in the feed of 40 g/kg *Schizochytrium* sp. It was concluded that the inclusion of up to 40 g/kg of microalga *Schizochytrium* sp. in the Japanese quail ration does not detract from the zootechnical performance nor the internal and external quality of the eggs, however supplementation accentuates the intensity of the yellow color of the yolk.

Keywords: *Coturnix coturnix japonica*, omega 3, eggs.

1. INTRODUÇÃO

O ovo é considerado um alimento de excelência na composição da dieta humana, pois sua proteína é considerada de alto valor biológico. Com isto, o aumento do consumo de ovos e a utilização de seus benefícios nutricionais pela população dependem da qualidade do produto que se oferece ao consumidor (BRESSAN; ROSA, 2002). Este produto possui em sua composição proteína, vitamina, fósforo, ferro e cálcio (REDDER, 2005), constituindo-se em excelente fonte de nutrientes.

Ultimamente, as indústrias de aves e de ovos, em particular, têm explorado estratégias nutricionais na formulação das dietas das aves, modificando a composição dos lipídios da gema (MENDONÇA, 2013), essa estratégia de fortificação desses produtos com fontes de AGPI n-3 faz com que se tenham doses extras de nutrientes para suprir diretamente as necessidades nutricionais do animal e indiretamente as exigências do ser humano.

Dos ingredientes disponíveis no mercado, as algas se tornam bastante atrativas, por possuírem elevado valor nutricional; principalmente, pelos níveis de proteína e ácidos graxos. Dentre as microalgas a *Schizochytrium* sp. se destaca pela alta produção de ômega-3 (RATLEDGE, 2004) e principalmente com uma produção de DHA chegando em torno de 48,95% de sua produção lipídica total (REN et al., 2010).

Em virtude da maior parte dos trabalhos relacionados à fortificação de ovos com AGPI n-3 terem sido conduzidos com galinhas e a escassez de resultados publicados para codornas, evidencia-se a necessidade da realização de mais pesquisas para esta espécie. Objetivou-se avaliar o desempenho zootécnico e a qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de microalga *Schizochytrium* sp.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de microalga *Schizochytrium* sp. em rações de codornas japonesas sobre o desempenho zootécnico, a qualidade interna e externa dos ovos.

2.2. Objetivos específicos

- a) Avaliar o desempenho zootécnico de codornas japonesas alimentadas com ração contendo diferentes níveis de microalga *Schizochytrium* sp.;
- b) Determinar a qualidade interna e externa dos ovos de codornas japonesas alimentadas com ração contendo diferentes níveis de microalga *Schizochytrium* sp.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local, aves, dietas e manejo

O experimento foi desenvolvido no Setor de Coturnicultura do Departamento Acadêmico de Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba com duração de 42 dias divididos em três períodos de 14 dias cada (Processo nº 09/2016, aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais em Pesquisa (CEUA) do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais) (Anexo I).

O plantel utilizado foi composto por 210 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na 22ª semana de postura, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos (0, 10, 20, 30 e 40 g de microalga *Schizochytrium* sp./kg de ração), seis repetições e sete aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com as dimensões de 50 x 50 x 16,5 cm (comprimento x largura x altura), contendo duas divisórias de 25 x 50 cm totalizando 1250 cm². A densidade animal por unidade experimental foi de 178 cm²/ave.

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), isonutritivas, sendo as exigências e a composição nutricional baseadas nas recomendações de Rostagno et al. (2011). Considerou-se o perfil nutricional da microalga na formulação das rações experimentais (Tabela 2).

As rações experimentais foram fornecidas à vontade, três vezes ao dia, em comedouro de cano de PVC, tipo calha, percorrendo toda a extensão das gaiolas, de acordo com cada tratamento e repetição. A água também foi fornecida à vontade em bebedouro tipo *nipple*, sendo um bebedouro para cada unidade experimental.

O manejo diário consistiu em recolher e contabilizar os ovos (foram computados diariamente o número de ovos quebrados, trincados, com casca mole e sem casca), fornecimento de ração, limpeza dos aparadores de ovos e leitura das temperaturas (máxima e mínima) e umidade relativa do ar (UR).

Foram monitoradas as temperaturas e a umidade relativa, duas vezes ao dia, às 7 e às 17 horas, por meio de termohigrômetros e de termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, posicionados no centro do galpão, à altura do dorso das aves.

Foram fornecidas 16 horas de luz diárias durante todo o período experimental. Este fornecimento de luz foi controlado por um relógio automático (*timer*), que permite o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado nas granjas comerciais.

Tabela 1 - Composições percentuais e valores nutricionais das rações experimentais na matéria natural para codornas japonesas em postura

Ingredientes	Níveis de inclusão <i>Schizochytrium</i> sp. (g/kg)				
	0	10	20	30	40
Milho Grão	435,29	431,66	427,92	424,18	420,45
Farelo de Soja (45%)	324,45	319,58	314,64	309,69	305,75
Farelo de Trigo	92,37	95,74	99,26	102,77	106,29
Calcário Calcítico	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Fosfato bicálcico	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Óleo de soja	40,00	35,05	30,12	25,19	20,26
Microalga <i>Schizochytrium</i> ¹	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
Sal Comum	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
Cloreto de Colina	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
L-Lisina	1,90	1,95	2,00	2,06	2,11
L-Treonina	0,00	0,17	0,06	0,10	0,14
Suplemento vitamínico-mineral ²	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Antioxidante (BHT) ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Total	1000	1000	1000	1000	1000
Composição Calculada					
Energia metabolizável (kcal/kg)	2900	2900	2900	2900	2900
Proteína bruta (%)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Extrato etéreo	6,362	6,360	6,360	6,360	6,360
Metionina + cistina digestível (%)	0,548	0,543	0,619	0,532	0,527
Lisina digestível (%)	1,112	1,105	1,097	1,090	1,082
Treonina total (%)	0,768	0,766	0,766	0,766	0,766
Triptofano total (%)	0,253	0,252	0,251	0,250	0,250
Cálcio (%)	3,346	3,349	3,351	3,354	3,356
Fósforo disponível (%)	0,878	0,876	0,876	0,876	0,876
Sódio (%)	0,156	0,157	0,158	0,159	0,1594

¹All-G Rich – Alltech Inc.®

²Suplemento vitamínico - níveis de garantia por quilograma de produto: Vitamina A 8.000 UI, Vitamina E 15.000 mg, Vitamina D3 2.300 UI, Vitamina K3 1.000 mg, Vitamina B1 200 mg, Vitamina B2 3.000 mg, Vitamina B6 1.700 mg, Vitamina B12 10.000 mcg, Niacina 20.000 mg, Ácido fólico 500 mg, biotina 15,00 mg. **Suplemento mineral - níveis de garantia por quilograma de produto: Manganês 120.000 mg, Zinco 120.000 mg, Ferro 60.000 mg, Cobre 18.000 mg, Iodo 2.000 mg, Cálcio 9.600 mg.

³BHT - Butil-hidróxi-tolueno.

Tabela 2 - Perfil nutricional da microalga *Schizochytrium* sp. em valores percentuais, na matéria natural

Umidade (%)	3,70	Perfil de ácido graxo (Continuação)	
Extrato Etéreo (%)	50,00	Ácido Mirístico	3,86
Fibra bruta (%)	0,90	Ácido Miristoleico	1,60
Carboidratos (%)	24,88	Ácido Pentadecanóico	<0,10
Proteína bruta (%)	19,22	Ácido Palmítico	54,69
Cinza total (%)	03,67	Ácido Palmitoleico	<0,10
Sódio (%)	0,10	Ácido Margárico	0,63
Fósforo (%)	0,47	Ácido Margaroleico	<0,10
Enxofre (%)	0,74	Ácido Esteárico	1,80
Potássio (%)	0,55	Ácido Vacênico	<0,10
Cálcio (%)	0,34	Ácido Oleico	<0,10
Ferro (ppm)	13,00	Acide Etídico	<0,10
Cobre (ppm)	2,00	Ácido Linoleico	<0,10
Zinco (ppm)	36,00	Ácido Linoleilaidico	<0,10
Selênio	0,13	Ácido Alfa-Linoleico	<0,10
		Ácido Gama-Linoleico	<0,10
Perfil de glicerídeo,%		Ácido Nonadecanoico	<0,10
Diglicéridos	4,69	Ácido Araquídico	0,28
Glicerol	<1,0	Ácido Eicosanoico	<0,10
Monoglicerídeos	3,81	Ácido Eicosadienoico	<0,10
Triglicerídeos	85,80	Ácido Eicosatrienoico	<0,10
		Ácido Homo-Gama-Linoleico	<0,10
Perfil de Ácido Graxo		Ácido Araquidônico	<0,10
Ácido graxo	% do teor de gordura	Ácido Eicosapentaenoico	0,28
Ácido Caprótico	<0,10	Ácido Heneicosanoico	<0,10
Ácido Heptanóico	<0,10	Ácido Fenílico	<0,10
Ácido Caprílico	<0,10	Ácido Erucico	0,53
Ácido Nanoanoico	<0,10	Ácido Docosadienoico	0,43
Ácido Caprico	<0,10	Ácido Docosapentaenoico	<0,10
Ácido Indecanóico	<0,10	Ácido Docosaexaenoico	27,20
Ácido Laurico	<0,10	Ácido Tricosanoico	<0,10
Ácido Tridecanóico	<0,10	Ácido Lignocérico	<0,10
		Ácido Nervônico	<0,10
		Não identificados	0,71

Os seguintes valores nutricionais representam a média de vários lotes e são consistentes dentro dos limites normais (+/- 10%).

Fonte: Alltech Inc.®

3.2. Parâmetros avaliados

Foram avaliados o desempenho zootécnico (consumo de ração; produção de ovos [ave/dia e ave alojada]; produção de ovos comercializáveis; peso médio e massa

de ovos; conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos e viabilidade das aves) e a qualidade dos ovos (peso específico, peso e porcentagem dos componentes e intensidade da cor amarela das gemas).

Ao final de cada período experimental, as sobras de ração de cada parcela foram pesadas e descontadas da quantidade de ração fornecida a fim de se obter o consumo de ração. No caso de aves mortas durante o período, o seu consumo médio foi descontado e corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para a unidade experimental.

Para a produção de ovos computou-se o número de ovos produzidos, incluindo os quebrados, os trincados e os anormais (ovos com casca mole e sem casca) expressando-o em porcentagem sobre o número de aves vivas do período (ovo/ave/dia) e, sobre o número de aves alojadas no início do período (ovo/ave alojada).

Para determinação da produção de ovos comercializáveis, em cada período de 14 dias, descontou-se o número de ovos quebrados, trincados, com casca mole e sem casca da produção total de ovos, sendo então calculada a relação entre os ovos íntegros sobre o número de aves vivas do período (ovo comercializáveis/ave/dia).

Todos os ovos íntegros produzidos, em cada repetição, foram pesados durante os três últimos dias de cada período de 14 dias, para obtenção do peso médio (g). Multiplicou-se peso médio dos ovos pela produção de ovos/ave/dia, obtendo-se assim a massa total de ovos (g/ave/dia).

A conversão alimentar por dúzia de ovos foi calculada pela relação do consumo total de ração, em kg, dividido pela dúzia de ovos produzidos (kg/dz) e a conversão alimentar por massa de ovos calculada pelo consumo de ração em quilogramas dividido pela massa total de ovos (kg/kg).

A mortalidade das aves foi monitorada diariamente para que ao final do período experimental fosse obtida a taxa de viabilidade das aves, calculada pela diferença do número de aves vivas pelo número de aves mortas, sendo o esse resultado convertido em porcentagem.

O peso específico dos ovos foi determinado no 12º, 13º e 14º dia de cada período de 14 dias, através da imersão dos ovos íntegros selecionados em soluções

salinas com densidade variando de 1,055 a 1,090 g/cm³, com intervalo de 0,005 g/cm³, devidamente calibradas por meio de um densímetro (OM-5565, Incoterm®), como descrito por Oliveira; Oliveira (2013).

Para quantificação dos componentes dos ovos foram avaliados o peso da gema, o peso do albúmen e o peso da casca. Para isso, no 12º, 13º e 14º dia de cada período, foram coletados todos os ovos íntegros de cada repetição, dos quais foram selecionados quatro ovos com peso variando $\pm 0,5$ g. Os ovos de cada repetição e de cada dia foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,001 g. Após as pesagens, os ovos foram identificados, em seguida foi determinado o peso específico e então quebrados e separada a gema do albúmen. O peso da gema de cada ovo foi registrado e em seguida a gema foi destinada à determinação da pigmentação. O peso do albúmen foi obtido através da diferença do peso do ovo menos o peso da gema mais o peso da casca, sendo este obtido após lavagem da casca e posterior secagem em estufa de circulação forçada de ar (60°C) por 24 horas. A porcentagem de albúmen, gema e casca foi obtida dividindo-se os pesos dos respectivos componentes pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100.

A avaliação da intensidade da cor amarela das gemas foi realizada subjetivamente com o emprego do abanico colorimétrico da DSM®, antiga Roche. As gemas foram colocadas em placa de Petri expostas sob uma superfície branca. A cor de cada gema *in natura* foi visualmente comparada e classificada utilizando-se o leque (escore de 1 a 15, que varia do amarelo claro ao laranja). Tal procedimento foi realizado pelos mesmos três julgadores em cada dia de avaliação. Cada valor de intensidade de pigmentação da gema correspondeu à média dos três valores mencionados pelos julgadores das gemas avaliadas individualmente. A média de cada tratamento foi calculada pela média dos escores de pigmentação das gemas dos ovos das respectivas repetições.

3.3. Análise Estatística

Os dados obtidos de cada parâmetro avaliado foram submetidos à análise de variância, sendo que para os parâmetros significativos ao nível de 0,05 de

probabilidade, procedeu-se a regressão polinomial, empregando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Desempenho zootécnico das codornas

A média das temperaturas mínima e máxima observadas durante o experimento foram de $14,6 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ e $27,3 \pm 3,3^{\circ}\text{C}$ e, respectivamente, e a média da umidade relativa do ar dentro do galpão foi de $69,5 \pm 13,7\%$.

A faixa de conforto térmico de codornas na fase adulta está compreendida entre 18 e 22°C e a umidade relativa entre 65 e 70% (OLIVEIRA, 2007). Baseado nesta informação e conforme os valores registrados para a temperatura mínima e máxima é possível inferir que durante a maior parte do período experimental as codornas ficaram em situações de estresse por frio e calor, respectivamente, e a umidade relativa fora da faixa recomendada, contudo, essas condições climáticas aparentemente não alteraram o desempenho zootécnico das aves. Sugere-se, portanto, para melhor elucidação de tais contradições, a realização de pesquisas científicas que avaliem a faixa de conforto térmico dessas aves (MENDONÇA, 2013).

A inclusão da microalga *Schizochytrium* sp. não alterou ($p>0,05$) o desempenho zootécnico das codornas (Tabela 3).

Tabela 3 - Desempenho de codornas japonesas alimentadas com rações suplementadas com níveis crescentes de microalga *Schizochytrium* sp./kg

Parâmetro	Microalga <i>Schizochytrium</i> sp. (g/kg)					P-Valor	CV (%)
	0	10	20	30	40		
Consumo de ração (g/ave/dia)	26,07	25,57	25,97	25,97	26,46	0,5402	3,34
Produção de ovos/ave/dia (%)	87,64	86,28	86,69	82,65	86,17	0,8567	9,47
Produção de ovos comercializáveis (%/ave/dia)	87,19	85,54	86,18	81,63	85,94	0,7964	9,53
Peso do ovo (g)	10,25	10,08	9,94	9,96	10,26	0,1238	2,55
Massa de ovos (g/ave/dia)	9,00	8,69	8,62	8,19	8,85	0,5603	9,86
Conversão alimentar (kg /kg)	2,91	2,97	3,04	3,19	3,03	0,5411	9,38
Conversão alimentar (kg/dúzia)	0,36	0,36	0,36	0,39	0,37	0,5889	9,80
Viabilidade (%)	100,00	100,00	99,20	100,00	100,00	0,4307	0,87

CV = Coeficiente de variação.

De acordo com Scott; Neshein; Young (1982), o processo de oxidação lipídica é uma das principais causas da perda de qualidade do alimento, pois afeta o sabor, o aroma, a cor e a textura além de resultar na produção de compostos tóxicos, fazendo com que haja redução no valor nutritivo do alimento. Apesar de no presente experimento as rações terem sido formuladas isonutritivas, assim como destacado por Mendonça (2013), o emprego do antioxidante BHT nas rações, impediu ou reduziu a oxidação dos ácidos graxos, logo, não foram constatados danos na palatabilidade das rações, uma vez que não houve alteração ($p>0,05$) no consumo de ração pelas codornas.

É importante ressaltar que as codornas, na presente pesquisa, consumiram, em média, 26 g/ave/dia, em conformidade com dados compilados das pesquisas com codornas de Petrucci et al. (2017), Cavalcante et al. (2014) e Mendonça (2013).

No entanto, os resultados obtidos neste estudo contrapõem ao de Tenório (2015) que verificou resposta linear crescente no consumo de ração de frangos de corte em função dos níveis de inclusão (0,3%; 0,6%; 0,9%; 1,2%) de extrato de algas.

Carlos et al. (2011) ao incluírem a alga *Lithothamnium calcareum* na dieta de frangos de corte não verificaram efeito significativo para o consumo de ração. De maneira similar, Manfredi (2014) ao enriquecerem a ração de frangos de corte com extrato de algas aos níveis de 0%, 0,3%, 0,6%, 0,9% e 1,2%; não constataram diferença significativa para a variável consumo de ração nem para ganho de peso.

Não constatou-se diferença ($p>0,05$) para a produção de ovos (ave/dia e comercializáveis) das codornas alimentadas com rações contendo microalga *Schizochytrium* sp., corroborando com Melo et al. (2008), que ao avaliarem a utilização da farinha de algas calcárias (*Lithothamnium calcareum*) na ração de codornas japonesas com 26 semanas de idade, em níveis de 0,25 e 0,50%, não notaram influência sobre a produção de ovos.

Souza (2012), com objetivo de avaliar níveis de inclusão da alga *Lithothamnium calcareum* à ração de galinhas poedeiras no segundo ciclo de produção, observou que a adição da alga melhorou a porcentagem de postura e diminuiu a taxa de ovos trincados. Perali et al. (2003) também referenciaram o aumento na produção de ovos de codornas japonesas em 4,16%, ao nível de 0,25% desta mesma alga.

Neste experimento, as rações foram formuladas a fim de preservar níveis idênticos de proteína bruta e energia metabolizável e proporcionais de minerais e aminoácidos, para que os nutrientes ingeridos pelas codornas fossem satisfatórios à manutenção do peso dos ovos. Igualmente a esta pesquisa, Souza (2012) não constatou diferença para o peso dos ovos de galinhas poedeiras no segundo ciclo de produção alimentadas com ração contendo alga; assim como também foi evidenciado para codornas por Melo (2006) e Perali et al. (2003).

A conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos das codornas japonesas alimentadas com rações suplementadas ou não com microalga *Schizochytrium* sp. não apresentaram diferenças ($p>0,05$); similarmente, Melo (2006) em um estudo para avaliar a utilização do suplemento mineral de farinha de algas marinhas e do fosfato monoamônio para codornas japonesas, não constatou diferença para a conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos.

Assim como o autor supracitado, Mendonça (2013) notou que a utilização de diferentes fontes de ômega 3 na alimentação das codornas não alterou a conversão

alimentar (kg/dúzia e kg/kg), indicando a viabilidade, da suplementação de qualquer uma das fontes de ômega 3 (óleo de linhaça, de peixe ou de canola) na ração das aves em substituição ao óleo de soja.

Em não havendo alteração no consumo de ração das codornas que receberam níveis crescentes de microalga, os demais parâmetros de desempenho zootécnico permaneceram inalterados. Assim, a inclusão de até 40 g de *Schizochytrium* sp./kg ração não causa prejuízos ao desempenho de codornas, caso o objetivo seja incrementar a fortificação de n-3 nos ovos.

4.2. Características de qualidade interna e externa dos ovos de codornas

A adição de microalga *Schizochytrium* sp. à ração de codornas japonesas não influenciou ($p>0,05$) as variáveis de qualidades do ovo, exceto para a intensidade da cor amarela da gema, onde foi constatado efeito quadrático ($p<0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4 - Qualidade interna e externa de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações suplementadas com níveis crescentes de microalga *Schizochytrium* sp.

Parâmetro	Microalga <i>Schizochytrium</i> sp. (g/kg)					P-Valor	CV (%)
	0	10	20	30	40		
Cor da gema ¹	4,97	5,83	6,34	6,82	6,83	0,0000	4,03
Peso específico (g/cm ³)	1,074	1,074	1,074	1,073	1,072	0,2906	0,16
Peso da casca (g)	0,82	0,81	0,79	0,78	0,81	0,3354	3,56
Casca (%)	8,01	7,99	8,00	7,91	7,88	0,7964	2,74
Peso do albúmen (g)	6,33	6,22	6,20	6,16	6,34	0,1923	2,38
Albúmen (%)	61,78	61,67	62,37	61,88	61,78	0,4758	1,14
Peso da gema (g)	3,10	3,06	2,95	3,01	3,11	0,1589	3,99
Gema (%)	30,21	30,34	29,63	30,21	30,34	0,3271	2,16

CV = Coeficiente de Variação

¹ Efeito quadrático, P= 0,0002

Os parâmetros avaliados referentes ao: peso específico, peso e porcentagem de casca, peso e porcentagem do albúmen e peso e porcentagem de gema, não foram influenciados ($p>0,05$) pela inclusão da microalga, indicando que o produto pode ser

utilizado sem prejudicar as características de qualidade interna e externa de ovos de codorna, caso o objetivo seja aumentar a concentração de n-3.

Os resultados, obtidos no presente estudo, para os parâmetros de qualidade dos ovos das codornas, corroboram com de Ross; Dominy (1990), que ao adicionarem diferentes níveis da alga *Spirulina platensis* à ração de galinhas poedeiras não encontraram diferença para espessura de casca e peso específico. Porém, cada aumento no nível de alga adicionado à ração, promoveu significativo incremento na pigmentação dos ovos.

O peso específico dos ovos de codornas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de microalga *Schizochytrium* sp. variou de 1,072 a 1,074. De forma similar a este estudo com codornas, Souza (2012) não observou efeito significativo para o peso específico de ovos de galinha com a inclusão de alga 0, 1, 1,5 e 2% da *Lithothamnium calcareum* na ração dessas aves. Porém, Piber Neto (2006), ao adicionar fontes de AGPI n-3 à ração de galinhas poedeiras, incluindo mistura de algas, detectou que esta mistura associada ao óleo de salmão resultou em médias mais elevadas para o peso específico dos ovos.

Em relação ao peso e porcentagem de casca, não se constatou diferença ($p>0,05$), igualmente a Piber Neto (2006) e Souza (2012) que não observaram diferenças significativas entre os tratamentos estudados para ovos de galinhas poedeiras. Os resultados do presente estudo, discordam dos obtidos por Melo (2006), que ao utilizarem farinha de alga calcárias na ração de codornas japonesas, observaram maior porcentagem de casca; isto se deve à essas algas apresentaram elevada concentração de minerais em sua composição, e em sua maioria o carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, sobretudo cálcio e fósforo (MELO, 2006).

Os resultados para peso e porcentagem de albúmen e gema ainda são semelhantes aos encontrados para galinhas por Souza (2012). Já os resultados referentes a peso e porcentagem de albúmen, encontrados para codornas japonesas por Perali et al. (2003) e Melo (2006), corroboram com os obtidos neste estudo. Isto se deve, provavelmente, ao fato da microalga não influenciar o peso e a porcentagem de albúmen, este responsável por aproximadamente 60% do peso do ovo inteiro (MELO, 2006).

Constatou-se efeito quadrático ($p < 0,05$) para intensidade da cor amarela da gema dos ovos de codorna alimentadas com rações contendo microalga (Figura 1), o qual atingiu valor máximo com a inclusão de 40 g de microalga *Schizochytrium* sp./kg na ração.

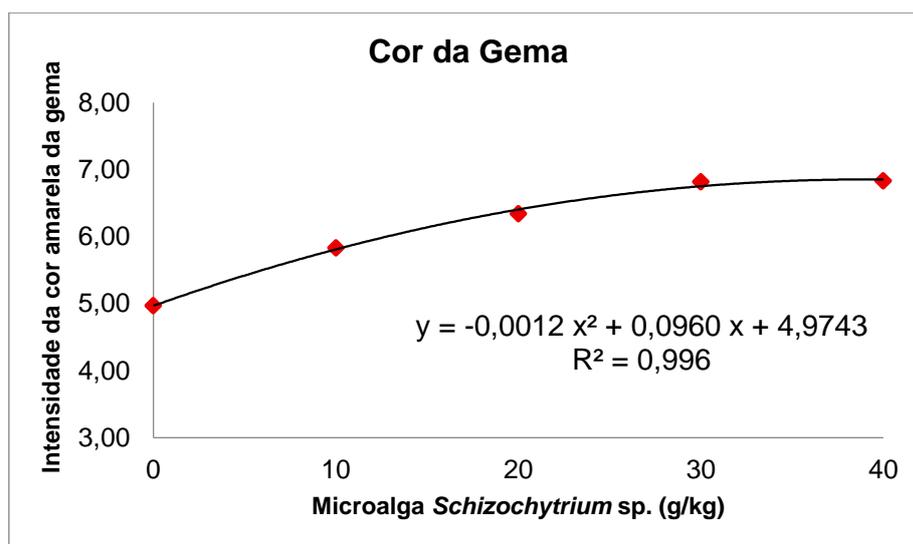


Figura 1. Intensidade da cor amarela da gema de ovos de codorna alimentadas com rações contendo níveis crescentes de microalga *Schizochytrium* sp..

Como suplemento alimentar, as algas podem melhorar o valor nutricional das dietas, além disso, possuem alguns pigmentos naturais chamados carotenoides (SHIELDS; LUPATSH, 2012) que são fontes ricas de caroteno (CHOWDHURY; HUQUE; KHATUN, 1995).

Os carotenoides são pigmentos naturais responsáveis pelas cores amarelas, laranja e vermelho de muitos alimentos, tais como frutas, vegetais, gema de ovo, alguns peixes, como salmão e truta, e crustáceos (MALDONADE; SCAMPARINI; RODRIGUEZ-AMAYA, 2007). Johnson; Schroeder (1995) ressaltaram que essas substâncias podem ser biossintetizadas por microrganismos fotossintetizantes como, por exemplo, algas e cianobactérias (azuis e verdes), e por microrganismos não fotossintetizantes, como bactérias, fungos e leveduras.

Dentre os principais parâmetros que modulam a preferência do consumidor no quesito aparência, a cor é fator de maior destaque. Uma dieta formulada com

alimentos naturais, ricos em carotenoides, pode determinar a intensidade da pigmentação da gema de ovos de aves poedeiras (galinhas e codornas), obtendo-se diferentes graus de intensidade de cor variando do claro despigmentado, em dietas cuja a base é milho branco, ao amarelo intenso ou laranja com tonalidade avermelhada, para dietas basais de milho das variedades com altas concentrações destes pigmentos (NONES; LIMA; ZANOTTO, 2000).

Os resultados, apresentados por Herber; Van Elswyk (1998) corroboram com este estudo, que ao estudarem o efeito da adição 2,4% e 4,8% da alga marinha *Schizochytrium* na alimentação de galinhas poedeiras sobre a pigmentação da gema de ovos, obtiveram como resposta, diferença significativa a nível de 1% no aumento da coloração da gema, demonstrando que a microalga é capaz de influenciar positivamente sobre esta característica.

5. CONCLUSÃO

A inclusão em até 40 g da microalga *Schizochytrium* sp./kg de ração de codornas japonesas, não altera o desempenho zootécnico nem as características físicas de qualidade interna e externa dos ovos, contudo intensifica a coloração amarela da gema.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRESSAN, M.C.; ROSA, F.C. Processamento e industrialização de ovos de codornas. In: Simpósio Internacional de Coturnicultura. 2002. Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA. 2002. p. 68 - 69, 2002.

CARLOS, A. C.; SAKOMURA, N. K.; PINHEIRO, S. R. F.; TOLEDANO, F. M. M.; GIACOMETTI, R.; SILVA JÚNIOR, J. W. D. Uso da alga *Lithothamnium calcareum* como fonte alternativa de cálcio nas rações de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 833 - 839, 2011.

CAVALCANTE, L. E.; COSTA, F. G. P.; LIMA, R. C.; DANTAS, L.S.; LOBATO, G. B. V.; RODRIGUES, V. P.; SANTOS, L.S.; JÚNIOR, J. G. V. Determinação da Relação Energia Metabolizável e Proteína Bruta sobre o Desempenho de Codornas Japonesas na Fase de Produção. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 12, n. 2, p. 166-168, 2014.

CHOWDHURY, S.A.; HUQUE, K.S.; K.S.; KHATUN, M. Algae in Animal Production. In: **Agricultural Science of Biodiversity and Sustainability Workshop**, Tune Landboskole, Denmark., p. 181 - 191, 1995.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109 - 112, 2014.

HERBER, S. M.; VAN ELSWYK, M. E. Dietary marine algae maintains egg consumer acceptability while enhancing yolk color. **Poultry Science**, v. 77, p. 493 -496. 1998.

JOHNSON, E. A.; SCHROEDER, W. A. Microbial carotenoids. In: Downstream processing biosurfactants carotenoids. **Springer Berlin Heidelberg**, p. 119 - 178, 1995.

MALDONADE, I. R. SCAMPARINI, A. R. P.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Selection and characterization of carotenoid-producing yeasts from Campinas region, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, p. 01 – 06, 2007.

MANFREDI, D. **Desempenho de frangos de corte suplementado com extrato de algas**. Trabalho de Conclusão de Curso. 2014. 32f. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos. 2014.

MELO, T. V. **Utilização de farinha de algas marinhas (*Lithothamnium calcareum*) e de fosfato monoamônio em rações para codornas japonesas em postura criadas sob condições de calor**. 2006. 56f. Tese (Mestre em produção animal) Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes. 2006.

MELO, T.V.; FERREIRA, R.A.; CARNEIRO, J.B.A.; OLIVEIRA, V.C.; MOURA, A.M.A.; SILVA, C.S.; NERY, V.L.H. Rendimiento de codornices japonesas utilizando harina de algas marinas y fosfato monoamónico. **Archivo de Zootecnia**, v. 57, p. 381 - 384, 2008.

MENDONÇA, M. O. **Desempenho zootécnico e qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes rações de ômega-3**. 2013. 156f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2013.

NONES, K.; LIMA, G. J. M.; ZANOTTO, D. L. **Metodologia para determinação da intensidade de coloração em grãos de milho**. Comunicado Técnico, Embrapa Suínos e Aves, n. 260, p. 1 - 2, 2000.

OLIVEIRA, B.L. Manejo em granjas automatizadas de codornas de postura comercial. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL, 3., CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2., 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/DZO, p. 11-16, 2007.

OLIVEIRA, B, L.; OLIVEIRA, D. D. **Qualidade e tecnologia de ovos**. Lavras: Editora UFLA, 2013. 223 p.

ORBAND, J.I.; ROLAND SR., D.A. Correlation of eggshell quality with tibia status and other production parameters in commercial leghorns at ovoposition and 10-hour postoviposition. **Poultry Science**, v. 69, p. 2068 - 2073, 1990.

PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W.P; MUNIZ, J.C.L. Panorama da Coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 06, p. 2041 – 2049, 2012.

PERALI, C.; ARANOVICH, M.; SANTOS, M.W.; ARANOVICH, S.; COSTA, D.M.F.; SILVA, G.M.; ROCHA, V.F. Efeito de diferentes níveis de adição do Suminal® sobre a produção e peso de ovos de codornas alimentadas com concentrados. In: 40 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, 2003.

PETRUCCI, F. B.; BONAPARTE, T. P.; SCOTTÁ, B. A.; JÚNIOR, J.G.V.; VIEIRA, D.V. G.; MARIN, J.F.V. Níveis de sódio na alimentação de codornas japonesas na fase de postura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 338-342, 2017.

PIBER NETO, E. **Enriquecimento do ovo: utilização de óleos de peixes e alga marinha como fontes de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 em rações de galinhas**. 2006. 72f. Tese (Mestrado Medicina Veterinária), Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

RATLEDGE, C. Fatty acid biosynthesis in microorganisms being used for single cell oil production. **Biochimie**, v.86, p.807–815, 2004.

REDDER, E. Compare o ovo de codorna com o de galinha. **Revista Saúde é Vital**. São Paulo, p. 27, 2005.

REN, L.J.; JI.; X.J.; HUANG, H.; QU, L.; FENG, Y.; TONG, Q.Q.; OUYANG, P.K.. Development of a stepwise aeration control strategy for efficient docosahexaenoic acid production by *Schizochytrium* sp.. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.87, p.1649– 1656, 2010.

ROSS, E.; DOMINY, W. The nutritional value of dehydrated, blue green algae (*Spirulina platensis*) for poultry. **Poultry Science**, v. 69, n. 5, p. 794 - 800, 1990.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZ,ELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: UFV editora, 2011. 252p.

SCOTT, M.L.; NESHEIN, M.C.; YOUNG, R.J. **Nutrition of the Chicken**. 3. ed. Ithaca: M.L. Scott & Associates, 1982. 562p.

SHIELDS, R.J.; LUPATSCH, I. Algae for Aquaculture and Animal Feeds. **Journal Animal Science**, v. 21, p. 23 - 37, 2012.

SOARES, S.L.A.; SIEWERDT, F. **Aves e Ovos**. Pelotas-RS. UFPEL, 2005. 138p.
SOUZA, Y. L. S. **Utilização da alga *Lithothamnium calcareum* para poedeiras de linhagens leves**. 2012. 56f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2012.

TENÓRIO, A. G. **Avaliação de desempenho, morfometria intestinal e qualidade da carne de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com extrato de algas**. 2015. 72f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos. 2015.

CAPITULO III

PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DE OVOS DE CODORNAS JAPONESAS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO MICROALGA *Schizochytrium* sp.

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos sobre o perfil lipídico da gema e as características sensoriais de ovos de codornas japonesas alimentadas, com rações contendo níveis crescentes de microalga *Schizochytrium* sp. Um plantel de 210 codornas (*Coturnix coturnix japonica*) foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos (0, 10, 20, 30 e 40 g de microalga *Schizochytrium* sp./kg de ração) com seis repetições de sete aves por unidade experimental. Avaliou-se o perfil lipídico das gemas (ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poli-insaturados e suas relações; ômega 6 (n-6) total; ômega 3 (n-3) total e relação n-6/n-3) e as características sensoriais dos ovos (cor, sabor, aroma e impressão global) e intenção de compra. Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo que para os parâmetros significativos ao nível de 0,05 de probabilidade procedeu-se a regressão polinomial. Constatou-se ($p < 0,05$) redução linear no teor de ácidos graxos saturados da gema; incremento linear nos teores de poli-insaturados, nas relações poli-insaturados: saturados e poli-insaturados: monoinsaturados e n-6 total. Já o conteúdo de n-3 apresentou valor mínimo com a inclusão de 6,5 g de microalga *Schizochytrium* sp./kg de ração e a relação n-6/n-3 foi maximizada com a adição de 10,5 g de microalga *Schizochytrium* sp./kg de ração. Os atributos sensoriais: cor, aroma e impressão global apresentaram aumento linear ($p < 0,05$) com a adição de níveis crescentes de microalga na ração das codornas. Conclui-se que a inclusão em até 40 g de microalga *Schizochytrium* sp./kg de ração de codornas japonesas, além de propiciar a fortificação de n-3 nos ovos, ainda proporciona excelente aceitação sensorial.

Palavras-chave: Aceitação sensorial, *Coturnix*, fortificação nutricional, ômega 3, ômega 6.

FATTY ACID PROFILE AND SENSORY CHARACTERIZATION OF JAPANESE QUAIL EGGS FED WITH MICROALGA CONTAINED FEEDS *Schizochytrium* sp.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects on the lipid profile of the yolk and the sensorial characteristics of Japanese quail eggs fed for 42 days with diets containing increasing levels of microalgae *Schizochytrium* sp. A total of 210 quails (*Coturnix coturnix japonica*) were distributed in a completely randomized design consisting of five treatments (0, 10, 20, 30 and 40 g of *Schizochytrium* sp. microalgae/kg of feed) with six replicates of seven birds per experimental unit. The lipid profile of the fatty acids (saturated, monounsaturated, polyunsaturated and their relationships, total omega 6 (n-6), total omega 3 (n-3) and n-6/n-3 ratio) the sensory characteristics of the eggs (color, taste, aroma and overall impression) and purchase intention. The results were submitted to the analysis of variance, and for the significant parameters at the 0.05 probability level the polynomial regression was performed. It was observed ($p < 0,05$) linear reduction in the content of saturated fatty acids of the yolk; linear increase in polyunsaturated contents, in polyunsaturated: saturated and polyunsaturated: monounsaturated and total n-6. The n-3 content presented a minimum value with the inclusion of 6.5 g/kg *Schizochytrium* sp. and the n-6/n-3 ratio was maximized with the addition of 10.5 g/kg of the microalga. Sensorial attributes: color, aroma and overall impression presented a linear increase ($p < 0.05$) with the addition of increasing levels of microalgae in the quail feed. It was concluded that the inclusion of up to 40 g/kg of microalga *Schizochytrium* sp. in the Japanese quail ration, besides providing fortification of n-3 in the eggs, still provides excellent sensorial acceptance.

Keywords: Sensory acceptance, *Coturnix*, nutritional fortification, omega 3, omega 6.

1. INTRODUÇÃO

Notou-se, na última década, juntamente às qualidades produtivas das codornas, mudança nos hábitos alimentares da população, que favoreceram o aumento do consumo de ovos de codornas, além disso, em busca de uma melhor qualidade de vida, preferindo hábitos saudáveis, a sociedade tem optado pelo consumo de alimentos funcionais (MENDONÇA et al., 2015).

Um alimento pode ser considerado funcional, segundo Roberfroid (2002), se for demonstrado que o mesmo pode afetar benéficamente uma ou mais funções alvo no corpo, além de possuir os adequados efeitos nutricionais, de maneira que seja tanto relevante para o bem-estar e a saúde quanto para a redução do risco de uma doença. Desta forma, o ovo tem sido considerado um alimento funcional, pois é fonte de proteínas, vitaminas e lipídios, tais como os fosfolipídios e os ácidos graxos poli-insaturados (AGPI).

Entretanto, naturalmente o ovo possui níveis reduzidos do ácido linolênico e dos AGPI de cadeia longa da série ômega 3 (n-3), portanto, segundo Mendonça (2013), há interesse em maximizar o uso de ingredientes que os contenham, porque existe correlação entre os níveis desses ácidos nas rações das aves e os níveis nas gemas.

Uma alternativa para a fortificação de ovos com AGPI n-3 é a utilização de algas marinhas, que como suplemento alimentar, pode melhorar o valor nutricional das dietas. Apesar dos efeitos positivos do uso de ingredientes ricos em ômega 3 nas rações de aves sobre o perfil de ácidos graxos dos ovos, essa utilização suscita preocupações relacionadas com a qualidade sensorial (LAWLOR et al., 2010). Pesquisas demonstraram mudanças significativas em atributos sensoriais de ovos, em decorrência da adição à dieta de aves de determinados ingredientes, considerados fonte de ômega 3, como por exemplo, os oriundos de pescado ou óleo e semente de linhaça (MENDONÇA, 2013).

Devido escassez de pesquisas em relação a fortificação de produtos de origem animal com ômega 3 e este poder promover mudanças nos atributos sensoriais, faz-

se necessário a condução de estudos para analisar o perfil de AGPI, bem como a aceitação sensorial desse tipo de produto.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Objetivou-se avaliar o perfil lipídico, a aceitação sensorial e a intenção de compra de ovos de codornas japonesas, alimentadas com rações contendo níveis crescente de microalga *Schizochytrium* sp.

2.2. Objetivos específicos

- a) Avaliar o perfil lipídico (teor de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados e suas respectivas relações; total de ômega 6 (n-6); total de ômega 3 (n-3) e relação n-6/n-3) dos ovos de codornas japonesas, alimentadas com rações contendo níveis crescente de microalga *Schizochytrium* sp.;
- b) Mensurar características sensoriais (cor, aroma, sabor e impressão global) e a intenção de compra de ovos de codornas japonesas, alimentadas com rações contendo níveis crescente de microalga *Schizochytrium* sp.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local, aves, dietas e manejo

O experimento foi desenvolvido no Setor de Coturnicultura do Departamento Acadêmico de Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba (Processo nº 09/2016, aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais) (Anexo I).

O plantel utilizado foi composto por 210 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na 22ª semana de postura, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos (0, 10, 20, 30 e 40 g de microalga *Schizochytrium* sp./kg de ração), seis repetições e sete aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com as dimensões de 50 x 50 x 16,5 cm (comprimento x largura x altura), contendo duas divisórias de 25 x 50 cm totalizando 1250 cm². A densidade animal por unidade experimental foi de 178 cm²/ave.

As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), isonutritivas, sendo as exigências e a composição nutricional baseadas nas recomendações de Rostagno et al. (2011). Considerou-se o perfil nutricional da microalga na formulação das rações experimentais (Tabela 2).

As rações experimentais foram fornecidas à vontade, três vezes ao dia, em comedouro de cano de PVC, tipo calha, percorrendo toda a extensão das gaiolas, de acordo com cada tratamento e repetição. A água também foi fornecida à vontade em bebedouro tipo *nipple*, sendo um bebedouro para cada unidade experimental.

Foram monitoradas as temperaturas e a umidade relativa do ar (UR) duas vezes ao dia, às 7 e às 17 horas, por meio de termohigrômetros e de termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, posicionados no centro do galpão, à altura do dorso das aves.

Foram fornecidas 16 horas de luz diárias durante todo o período experimental. Este fornecimento de luz foi controlado por um relógio automático (*timer*), que permitiu o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado nas granjas comerciais.

Tabela 1 - Composições percentuais e valores nutricionais das rações experimentais na matéria natural para codornas japonesas em postura

Ingredientes	Níveis de inclusão <i>Schizochytrium</i> sp. (g/kg)				
	0	10	20	30	40
Milho Grão	435,29	431,66	427,92	424,18	420,45
Farelo de Soja (45%)	324,45	319,58	314,64	309,69	305,75
Farelo de Trigo	92,37	95,74	99,26	102,77	106,29
Calcário Calcítico	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Fosfato bicálcico	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Óleo de soja	40,00	35,05	30,12	25,19	20,26
Microalga <i>Schizochytrium</i> ¹	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
Sal Comum	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
Cloreto de Colina	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
L-Lisina	1,90	1,95	2,00	2,06	2,11
L-Treonina	0,00	0,17	0,06	0,10	0,14
Suplemento vitamínico-mineral ²	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Antioxidante (BHT) ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Total	1000	1000	1000	1000	1000
Composição Calculada					
Energia metabolizável (kcal/kg)	2900	2900	2900	2900	2900
Proteína bruta (%)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Extrato etéreo	6,362	6,360	6,360	6,360	6,360
Metionina + cistina digestível (%)	0,548	0,543	0,619	0,532	0,527
Lisina digestível (%)	1,112	1,105	1,097	1,090	1,082
Treonina total (%)	0,768	0,766	0,766	0,766	0,766
Triptofano total (%)	0,253	0,252	0,251	0,250	0,250
Cálcio (%)	3,346	3,349	3,351	3,354	3,356
Fósforo disponível (%)	0,878	0,876	0,876	0,876	0,876
Sódio (%)	0,156	0,157	0,158	0,159	0,1594

¹All-G Rich – Alltech Inc.®

²Suplemento vitamínico - níveis de garantia por quilograma de produto: Vitamina A 8.000 UI, Vitamina E 15.000 mg, Vitamina D3 2.300 UI, Vitamina K3 1.000 mg, Vitamina B1 200 mg, Vitamina B2 3.000 mg, Vitamina B6 1.700 mg, Vitamina B12 10.000 mcg, Niacina 20.000 mg, Ácido fólico 500 mg, biotina 15,00 mg. **Suplemento mineral - níveis de garantia por quilograma de produto: Manganês 120.000 mg, Zinco 120.000 mg, Ferro 60.000 mg, Cobre 18.000 mg, Iodo 2.000 mg, Cálcio 9.600 mg.

³BHT - Butil-hidróxi-tolueno

Tabela 2 - Perfil nutricional da microalga *Schizochytrium* sp. em valores percentuais, na matéria natural

Umidade (%)	3,70	Perfil de ácido graxo (Continuação)	
Extrato Etéreo (%)	50,00	Ácido Mirístico	3,86
Fibra bruta (%)	0,90	Ácido Miristoleico	1,60
Carboidratos (%)	24,88	Ácido Pentadecanóico	<0,10
Proteína bruta (%)	19,22	Ácido Palmítico	54,69
Cinza total (%)	3,67	Ácido Palmitoleico	<0,10
Sódio (%)	0,10	Ácido Margárico	0,63
Fósforo (%)	0,47	Ácido Margaroleico	<0,10
Enxofre (%)	0,74	Ácido Esteárico	1,80
Potássio (%)	0,55	Ácido Vacênico	<0,10
Cálcio (%)	0,34	Ácido Oleico	<0,10
Ferro (ppm)	13,00	Acide Etídico	<0,10
Cobre (ppm)	2,00	Ácido Linoleico	<0,10
Zinco (ppm)	36,00	Ácido Linolelaídico	<0,10
Selênio	0,13	Ácido Alfa-Linoleico	<0,10
		Ácido Gama-Linoleico	<0,10
Perfil de glicerídeo,%		Ácido Nonadecanoico	<0,10
Diglicéridos	4,69	Ácido Araquídico	0,28
Glicerol	<1,0	Ácido Eicosanoico	<0,10
Monoglicerídeos	3,81	Ácido Eicosadienoico	<0,10
Triglicerídeos	85,80	Ácido Eicosatrienoico	<0,10
		Ácido Homo-Gama-Linoleico	<0,10
Perfil de Ácido Graxo		Ácido Araquidônico	<0,10
Ácido graxo	% do teor de gordura	Ácido Eicosapentaenoico	0,28
Ácido Caprótico	<0,10	Ácido Heneicosanoico	<0,10
Ácido Heptanóico	<0,10	Ácido Fenílico	<0,10
Ácido Caprílico	<0,10	Ácido Erucico	0,53
Ácido Nanoanoico	<0,10	Ácido Docosadienoico	0,43
Ácido Caprico	<0,10	Ácido Docosapentaenoico	<0,10
Ácido Indecanóico	<0,10	Ácido Docosaexaenoico	27,20
Ácido Laurico	<0,10	Ácido Tricosanoico	<0,10
Ácido Tridecanóico	<0,10	Ácido Lignocérico	<0,10
		Ácido Nervônico	<0,10
		Não identificados	0,71

Os seguintes valores nutricionais representam a média de vários lotes e são consistentes dentro dos limites normais (+/- 10%).

Fonte: Alltech Inc.®

3.2. Análises químicas

Foi determinado o perfil de ácidos graxos das gemas dos ovos das codornas após o término do período experimental, no 43º dia. De modo a se obter uma amostra para cada duas unidades experimentais (“*pool*” de seis gemas), foram coletados aleatoriamente três ovos por unidade experimental, totalizando 24 ovos por tratamento, sendo então três grupos amostrados por tratamento. Os ovos foram quebrados e as gemas separadas manualmente do albúmen, em seguida foram homogeneizadas com colher descartável em placa de Petri, colocadas em recipientes de alumínio com tampa. As amostras foram pesadas, liofilizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa e armazenadas em freezer a -18°C até a realização das análises.

A determinação do perfil dos ácidos graxos nas gemas foi realizada no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa por cromatografia gasosa utilizando-se o método de metilação direta de acordo com Wang et al. (2000). Conforme realizado por Mendonça (2013), foram pesados aproximadamente 50 mg de gema liofilizada em um tubo de esterificação. Foi acrescentado 2,0 mg/mL do padrão interno (ácido nonadecanóico, C19:0) em hexano, 1 mL de metanol e 3 mL de HCl metanólico 3N. Os tubos foram fechados e apertados firmemente e levados ao banho-maria a 95°C por uma hora. Após resfriarem a temperatura ambiente, adicionou-se 8 mL de solução de NaCl 0,88% e 3 mL de hexano, em seguida, o conteúdo foi misturado em agitador de tubos. Os tubos foram mantidos em repouso até a separação das fases. Recolheu-se a camada superior que foi transferida para um vidro âmbar devidamente identificado. As amostras foram mantidas em freezer para posterior injeção no cromatógrafo gasoso.

Os metil-ésteres dos ácidos graxos foram identificados por comparação com os tempos de retenção do padrão. O conteúdo dos ácidos graxos das gemas dos ovos foi expresso em porcentagem (MENDONÇA, 2013).

Foram adotadas as seguintes condições cromatográficas: coluna capilar de sílica fundida, Carbowax 100M (100 m x 0,25 mm d.i), através do detector ionização de chama com a seguinte programação: temperatura inicial de 140°C mantida por 5 minutos, aumento da temperatura até 240°C à razão de 4°C por minuto e mantida por 20 minutos utilizando-se o gás de arraste mistura de oxigênio:nitrogênio (2:2) +

hidrogênio+ nitrogênio, com um fluxo de 1 mL/min, e a temperatura do injetor de 240°C e do detector de 260°C (MENDONÇA, 2013).

3.3. Teste sensorial

Antes da realização do teste sensorial, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética de Pesquisa com Seres Humanos e foi aprovado com o registro CAAE nº 62071716.7.0000.5588 (Anexo II).

Todos os ovos das codornas, correspondentes a cada tratamento, foram colhidos após o término do período experimental, ou seja, no 44º e 45º dia, e encaminhados para o Setor de Indústrias Rurais para seu devido processamento. Utilizou-se dois dias de coleta, a fim de se obter um mínimo de 50 ovos por tratamento, para realização do teste sensorial.

Foram utilizados ovos de codornas respeitando-se o período de 48 horas pós-postura (CHERIAN et al., 1990) para facilitar o descasque. Os ovos foram selecionados, higienizados e cozidos a 100°C por 10 minutos, tempo este sendo contabilizado a partir do início da ebulição da água. Durante os três primeiros minutos manteve-se a agitação manual constante da água com a finalidade de promover a centralização da gema. Logo em seguida os ovos foram imersos em água fria a fim de promover choque térmico, finalizando o processo de cozimento. Antes de serem submetidos ao processo de descasque, os ovos foram transferidos para um trincador de casca, cujo objetivo é fragilizar a casca e facilitar o descasque. Os ovos foram descascados com auxílio de uma máquina descascadora própria para ovos de codorna (Inkomak®). Os resíduos foram retirados sob lavagem em água fria com espera do período para seu esgotamento (saída natural da água até parar as gotículas) em peneira de aço inox.

Cinquenta e três avaliadores, de ambos os sexos, não treinados e recrutados voluntariamente, maiores de 18 anos e pertencentes à comunidade acadêmica do IF Sudeste MG - *Campus* Rio Pomba, avaliaram os ovos de codornas japonesas alimentadas por 43 dias com rações suplementadas com 0, 10, 20, 30 e 40 g de microalga *Schizochytrium* sp./kg de ração.

O teste foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento Acadêmico de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais *Campus* Rio Pomba em cabines individuais.

Os avaliadores que alegaram possuir alergia ou restrição ao produto não participaram da análise sensorial, para isso, no momento do teste os indivíduos foram questionados sobre a apresentação de algum tipo de ressalva no consumo, caso positivo esse provador foi dispensado do teste.

Antes de participarem dos testes, os avaliadores foram abordados sobre a participação voluntária por meio de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo III), onde constavam dados sobre a pesquisa, os riscos e benefícios da participação. Vale salientar que se permitiu a desistência em qualquer momento da pesquisa, como também, o acesso aos resultados.

Entre as medidas protetivas para a redução de risco, a realização das análises sensoriais dos ovos de codorna aconteceu em ambiente apropriado com uso de equipamentos específicos, a fim de garantir a inocuidade dos produtos.

Aplicou-se um teste de aceitabilidade (Anexo IV), método afetivo quantitativo (MEILGAARD et al., 1999), para avaliação dos atributos, cor, aroma, sabor e aceitação global dos ovos, através de uma escala hedônica estruturada mista de 9 pontos (1-desgostei extremamente; 9-gostei extremamente). Os avaliadores receberam todas as amostras em uma única abordagem, e em seguida, solicitou-se a intenção de compra do produto com escala variando de 1- decididamente não compraria a 5- decididamente compraria (Anexo IV).

No dia da realização da análise sensorial, os ovos de codorna foram cozidos e servidos cortados longitudinalmente, contendo cada parte clara e gema, conforme descrito por Moraes (1985). Os provadores foram acomodados em cabines individuais, limpas, livre de ruídos e odores com boa ventilação e iluminação, conforme recomendado por ABNT (2014).

Recomendou-se à equipe sensorial a ingestão de uma unidade pequena de biscoito água e sal e água mineral sem gás, em temperatura ambiente, no intervalo entre a degustação das amostras para limpeza do palato.

As amostras foram apresentadas codificadas com algarismos de quatro dígitos, obtidos de uma tabela de números aleatórios. Solicitou-se aos avaliadores a atribuição de notas a cada amostra em uma ficha de avaliação (Anexo IV).

O teste foi realizado entre 10:00 e 13:00 h, horário de maior transição de estudantes e servidores.

3.4. Análise estatística

Os dados obtidos de cada parâmetro avaliado foram submetidos à análise de variância, sendo que para os parâmetros significativos ao nível de 0,05 de probabilidade, procedeu-se a regressão polinomial empregando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Concentração de ácidos graxos nas gemas

A inclusão de níveis crescente da microalga *Schizochytrium* sp. na ração de codornas japonesas promoveu efeito significativo ($p < 0,05$) no perfil lipídico da gema, exceto para o teor de ácidos graxos monoinsaturados e sua relação com os saturados (Tabela 3 e Figuras 1 e 2).

Observou-se redução linear ($p < 0,05$) na concentração de ácidos graxos saturados nas gemas dos ovos de codornas japonesas, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de microalga *Schizochytrium* sp. (Tabela 3, Figura 1).

Tabela 3. Proporção de ácidos graxos saturados (SAT), monoinsaturados (MONO), poli-insaturados (POLI), relação monoinsaturados: saturados (MONO/SAT), relação poli-insaturados: saturados (POLI/SAT), relação poli-insaturados: monoinsaturados (POLI/MONO), ômega 6 total (n-6), ômega 3 total (n-3) e relação ômega 6: ômega 3 (n-6/n-3) presentes na gema de ovos de codornas japonesas, alimentadas com rações contendo microalga *Schizochytrium* sp.

Níveis de Microalga <i>Schizochytrium</i> sp. (g/kg)	Total de Ácidos Graxos e Suas Relações								
	SAT*	MONO	POLI*	MONO/SAT	POLI/SAT*	POLI/MONO*	n-6*	n-3**	n-6/n-3**
0	47,0000	36,9000	15,6000	0,7726	0,3261	0,4234	13,8667	1,7333	8,0303
10	45,7367	37,7167	16,4500	0,8298	0,3612	0,4374	14,6867	1,7200	8,5913
20	45,4667	37,4333	17,2333	0,8296	0,3804	0,4628	15,2333	2,0000	7,6317
30	42,8333	38,1000	19,1667	0,8910	0,4475	0,5034	16,8000	2,1667	7,7797
40	41,1000	37,9000	20,8333	0,9226	0,5080	0,5500	17,7677	2,9333	6,0837
P – Valor	0,0428	0,9614	0,0001	0,3119	0,0003	0,0067	0,0004	0,0000	0,0108
Coefficiente de Variação (%)	5,38	5,65	4,51	10,20	7,85	7,24	4,70	7,95	8,78

*Efeito Linear.

**Efeito Quadrático.

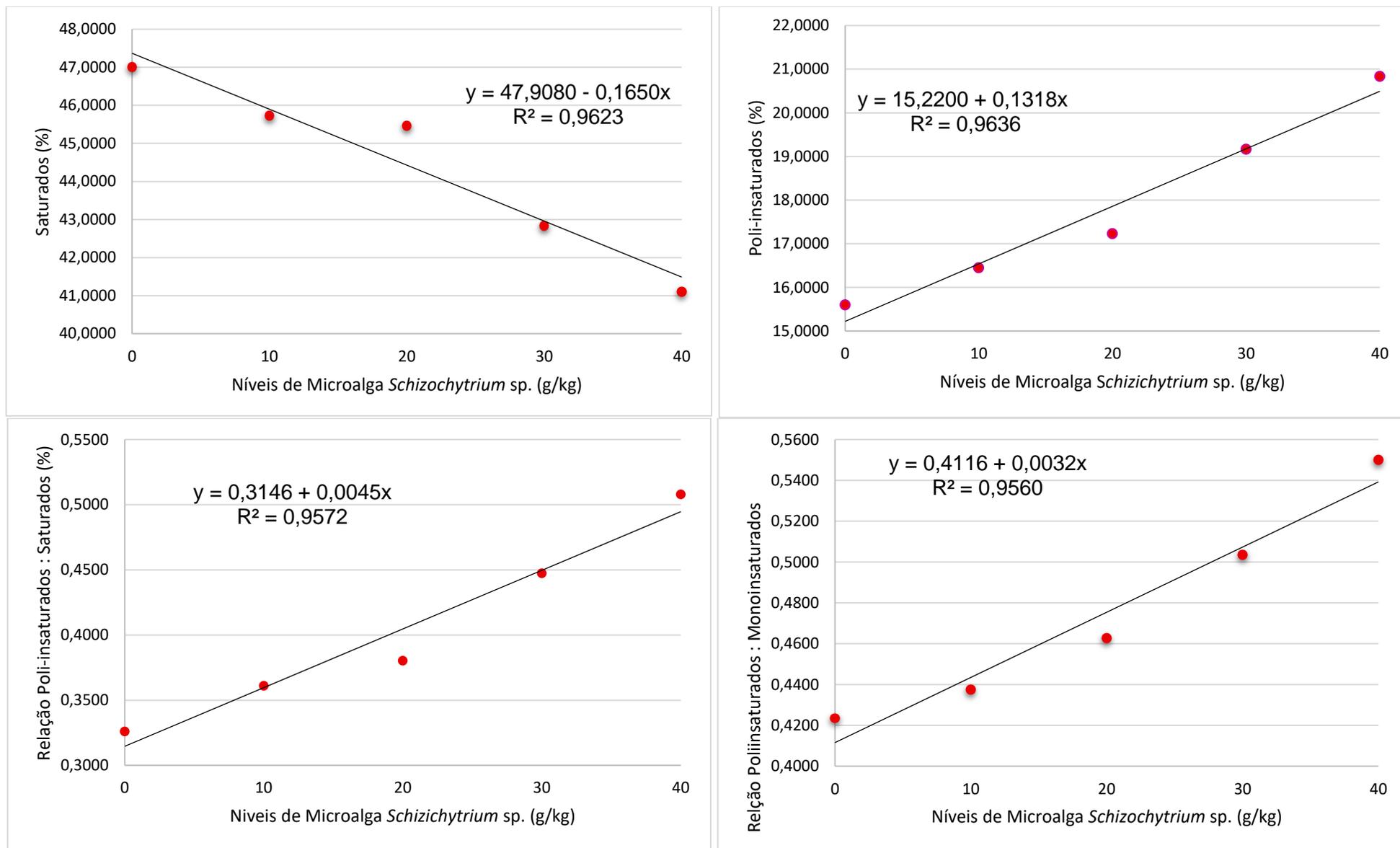


Figura 1 - Conteúdo de ácidos graxos saturados, poli-insaturados, relação poli-insaturados: saturados e relação poli-insaturados: monoinsaturados, nas gemas dos ovos de codornas japonesas, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de microalga *Schizochytrium* sp.

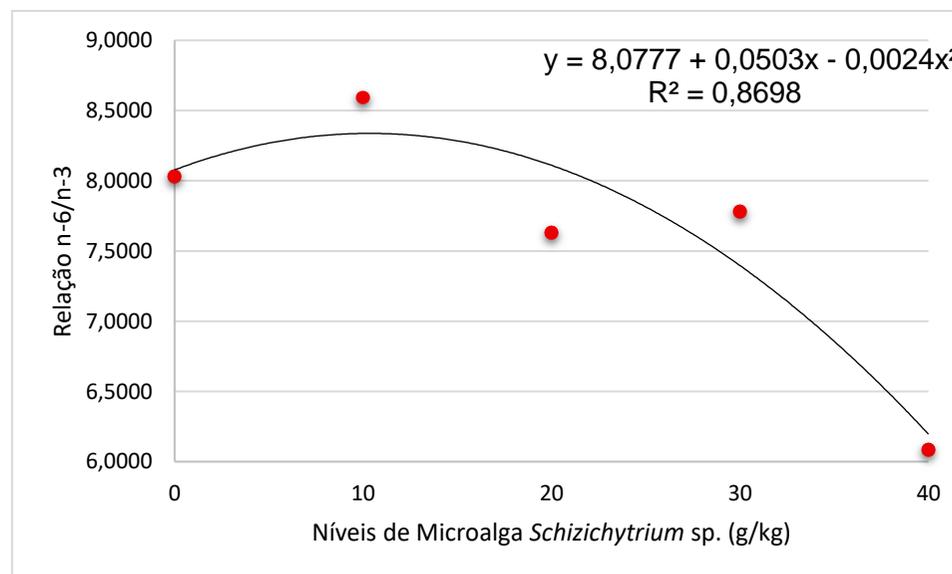
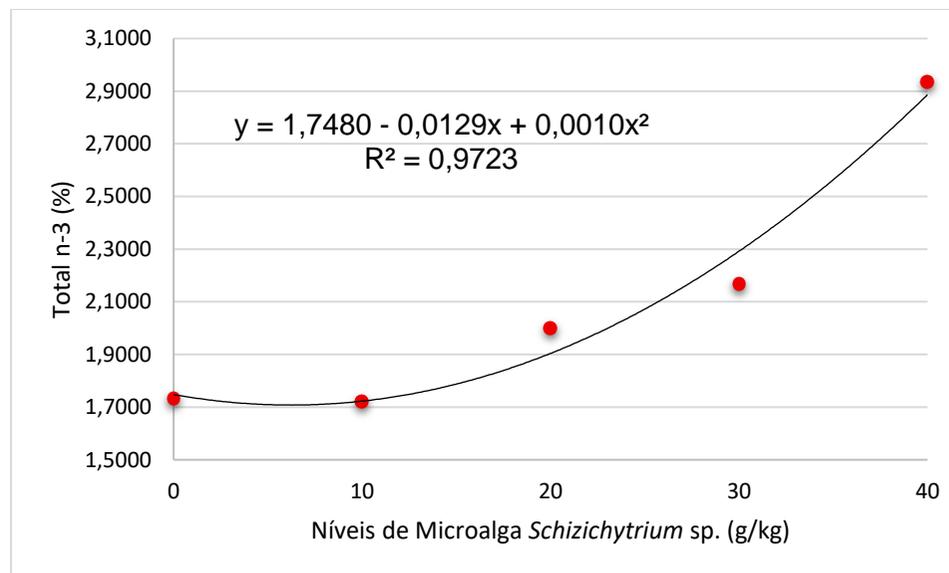
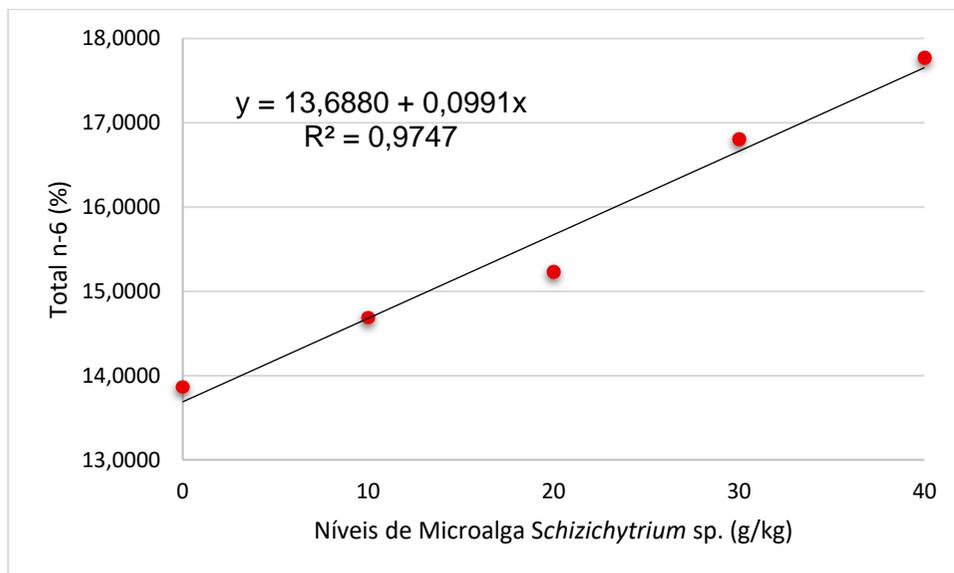


Figura 2 - Conteúdo de ômega 6, ômega 3 e relação ômega 6: ômega 3, nas gemas dos ovos de codornas japonesas, alimentadas com rações contendo níveis crescentes de microalga *Schizochytrium* sp.

Os resultados desta pesquisa contrapõem aos obtidos por Pita et al. (2006) e Piber Neto (2006). O primeiro autor observou taxas superiores dos ácidos graxos saturados na gema de ovos de galinhas poedeiras que receberam dietas com fontes marinhas em relação àquelas contendo óleos canola e de linhaça. Já Piber Neto (2006) não constatou nenhuma alteração significativa no perfil de ácidos graxos de ovos de galinhas suplementadas com rações contendo fontes marinhas (óleo de salmão, atum e mistura de algas marinhas), bem como suas combinações em relação às aves alimentadas com dietas à base de milho e soja.

Os efeitos provocados por ácidos graxos saturados no organismo, assim como de gorduras *trans*, são o aumento dos teores de LDL (lipoproteínas de baixa densidade) e redução dos teores de HDL (lipoproteínas de alta densidade), como também dificultam a absorção de ácidos graxos essenciais, proporcionando um efeito ainda mais catastrófico aos riscos de doenças coronárias (SUBBAIAH; SUBRAMANIAN; LIU,1998).

Desta forma, é importante salientar, que inclusão da microalga *Schizochytrium* sp. reduziu de maneira linear o teor de ácidos graxos saturados nas gemas de ovos de codornas japonesas (Figura 1).

Os ácidos graxos monoinsaturados e a relação monoinsaturados: saturados nas gemas dos ovos de codornas japonesas não demonstraram diferenças ($p>0,05$) com a adição crescente da microalga à ração (Tabela 3).

Assim como neste estudo com codorna, Piber Neto (2006) constatou que a introdução de fontes com elevados teores de n-3 não demonstrou ação nos níveis de ácidos graxos monoinsaturados presentes na gema.

Denotou-se incremento linear significativo ($p<0,05$) para os níveis de ácidos graxos poli-insaturados e suas relações nas gemas dos ovos de codornas japonesas, alimentadas com rações contendo microalga *Schizochytrium* sp. (Tabela 3, Figura 1), o que concorda com os achados de Pita et al. (2006), que observou alterações significativas nos teores de AGPI nas gemas de ovos das aves que receberam rações adicionadas de diferentes fontes de n-3.

Em função do maior valor de ácidos graxos poli-insaturados e declínio no teor de saturados, verificou-se efeito linear crescente para a relação poli-insaturado: saturado e poli-insaturado: monoinsaturado (Figura 2).

A fonte de ômega 3 utilizada nesta pesquisa para suplementar a dieta de codornas japonesas promoveu incremento linear para a relação dos ácidos graxos poli-insaturados: monoinsaturados. Estudos clínicos, realizados em humanos, têm recomendado o aumento do consumo de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados, para os indivíduos em geral, e principalmente aqueles com doenças crônicas (WATTS et al., 1996; OLIVER, 1997).

Piber Neto (2006), Pita et al. (2006) e Carvalho et al. (2009) notaram que a relação entre os lipídeos poli-insaturado: saturado e poli-insaturado: monoinsaturado da gema mantiveram-se em níveis proporcionais, ao incluírem fontes ricas em n-3 à ração de galinhas poedeiras. O primeiro autor, ao adicionar mistura de algas encontrou relação de POLI/ SAT e POLI/MONO de 0,62 e 0,48; o segundo autor, ao acrescentar óleo de salmão à ração das galinhas constatou, relação de 0,49 e 0,36, e os últimos autores, ao incluírem mistura comercial de algas, verificaram relações 0,68 e 0,54, respectivamente.

Os AGPI n-3 e n-6 são os precursores dos ácidos α - linolênico e linoleico, respectivamente, e são denominados de ácidos graxos essenciais, uma vez que tanto os mamíferos quanto as aves precisam recebê-los através da dieta, uma vez que não são capazes de sintetizá-los (HORNSTRA, 2001). Estes ácidos graxos trazem consigo uma série de benefícios à manutenção da saúde e de uma boa nutrição.

A medida que foi adicionada microalga *Schizochytrium* sp. na ração das codornas, houve aumento linear do teor de n-6 e de forma quadrática para n-3 total na gema dos ovos (Tabela 3). O nível de 6,5 g *Schizochytrium* sp./kg promoveu valor mínimo de n-3 (Figura 2).

Ao fornecerem mistura comercial de algas para galinhas poedeiras, Carvalho (2006) observou acréscimo significativo nos teores de AGPI n-3 nas gemas dos ovos, em contrapartida, notou também teores mais baixos do AGPI n-6, em relação ao grupo controle; bem como Nitsan et al. (1999), que ao suplementarem a ração de aves poedeiras com 1% da alga *Nannochloropsis*, esta conhecida por sua riqueza em EPA; notaram aumento de 25% nos valores de n-3 totais.

Dentre as microalgas, a *Schizochytrium* sp., destaca-se por conter, em média, aproximadamente, 48,95% de DHA em relação ao total de ácidos graxos (REN et al., 2010; SARKER et al., 2016); assim, Miller; Nichols; Carter (2007) ao compararem a adição de óleo de peixe, em relação ao óleo de microalga *Schizochytrium* sp. na dieta de salmões, observaram aumento de 12,8% de DHA no tecido muscular dos animais que receberam óleo de peixe na ração, e para os salmões receberam rações contendo óleo da microalga notou-se 23,4% de DHA em seu tecido.

Cedro et al. (2010) observaram fortificação com ômega 3 nos ovos provenientes de galinhas poedeiras alimentadas com 1,5% de algas marinhas e 1,8% de óleo de peixe em relação à dieta convencional (à base de milho e farelo de soja). Esses autores, ao compararem os teores de ácidos graxos das gemas de ovos convencionais em relação aos fortificados com n-3, bem como a influência desses ácidos graxos nas características físicas dos ovos, concluíram que estes continham altos teores de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados n-3 em relação aos ovos convencionais.

Esses autores ainda ressaltaram que as maiores médias dos ácidos graxos saturados e poli-insaturados da série n-6 foram encontradas nos ovos convencionais, e tanto os ovos fortificados quanto os convencionais apresentaram características de qualidade interna e externa desejáveis.

Sugere-se que a administração dos ácidos graxos poli-insaturados n-3 seja feita juntamente com n-6 a fim de aumentar a produção de eicosanoides, com propriedades inflamatórias inferiores aos derivados do ácido araquidônico (ARAGONA et al., 2005).

Hall et al. (2007) salientaram a importância da manutenção do equilíbrio apropriado entre esses dois de ácidos graxos, visto que essas duas classes de AGPI desempenham papel fundamental na saúde e nutrição humana. Por conseguinte, as recomendações estão ao redor de uma proporção de ácidos graxos ômega 6/ômega 3, desde 5:1 até 10:1 (GOMÈZ, 2003).

Observou-se efeito quadrático para relação n-6/n-3 nos ovos com a inclusão da microalga *Schizochytrium* sp. à ração de codornas japonesas. A adição da microalga proporcionou valores de relação n6/n3 adequados para as dietas humanas,

apresentando valor máximo ao nível de inclusão de 10,5 g de microalga/kg de ração (Figura 2).

Este resultado é confirmado por Herber; Van Elswyk (1996) que demonstraram que com a adição de alga e de óleo de peixe à ração de galinhas poedeiras, o perfil de ácidos graxos dos ovos é modificado. Os autores observaram que os valores dos ácidos graxos poli-insaturados n-6 decresceram e os valores de n-3 foram elevados significativamente, proporcionando assim uma melhor relação n-6/n-3.

Piber Neto (2006) demonstrou que a adição das fontes de AGPI, que foram utilizadas como objeto de estudo (óleos de salmão, atum e sardinha e mistura de algas) na dieta de galinhas, proporcionaram nos ovos valores de relação n-6/n-3 significativamente inferiores aos valores obtidos com dos ovos provenientes das galinhas do grupo controle (ração basal de milho e soja).

Mendonça (2013) observou para ovos de codornas alimentadas com rações contendo, como fonte de ômega 3, níveis crescentes de óleo de linhaça e devido à maior incorporação de n-3 total e dos ácidos linolênico, EPA e DHA e menores teores de ácidos linoleico, araquidônico e n-6 total, a razão n-6/n-3 tornou-se mais próxima da indicação para consumo humano, fato este promovido pela alimentação das codornas com ração adicionada com maior nível de óleo de linhaça (2%); de maneira semelhante ao presente trabalho.

4.2. Características sensoriais

Os atributos sensoriais cor, aroma e impressão global dos ovos de codorna alimentadas com rações suplementadas com níveis crescentes de microalga *Schizochytrium* sp. foram afetados significativamente ($p < 0,05$). Contudo, não se verificou diferença ($p > 0,05$) para sabor e intenção de compra (Tabela 4).

De maneira geral, não houve impacto negativo na qualidade sensorial dos ovos de codornas alimentadas com rações suplementadas com a microalga, sendo atribuídas maiores notas para as amostras de ovos referentes às aves que receberam 40 g de microalga *Schizochytrium* sp./kg de ração. A adição de microalga na ração das codornas promoveu incremento linear nos atributos cor, aroma e impressão global dos ovos (Figura 3).

Tabela 4 - Valores médios para os atributos cor, aroma, sabor, impressão global e intenção de compra de ovos de codornas alimentadas com rações suplementadas com níveis crescentes de microalga *Schizochytrium* sp./kg

Microalga <i>Schizochytrium</i> (g/kg)	Cor*	Sabor	Aroma*	Impressão Global*	Intenção de Compra
0	7,53 ^b	7,09 ^a	7,23 ^b	7,21 ^b	3,72 ^a
10	7,92 ^{ab}	7,62 ^a	7,72 ^{ab}	7,74 ^a	4,02 ^a
20	7,87 ^{ab}	7,40 ^a	7,51 ^{ab}	7,58 ^{ab}	3,66 ^a
30	7,98 ^a	7,53 ^a	7,64 ^{ab}	7,60 ^{ab}	3,91 ^a
40	8,06 ^a	7,58 ^a	7,94 ^a	7,72 ^a	4,08 ^a
Valor P	0,0011	0,0829	0,0009	0,0318	0,0882
CV	9,85	14,47	12,20	12,48	20,94
DMS	0,4148	0,5761	0,4962	0,5050	0,4339

CV = Coeficiente de variação.

DMS = Diferença mínima significativa.

*Linear ($p < 0,05$).

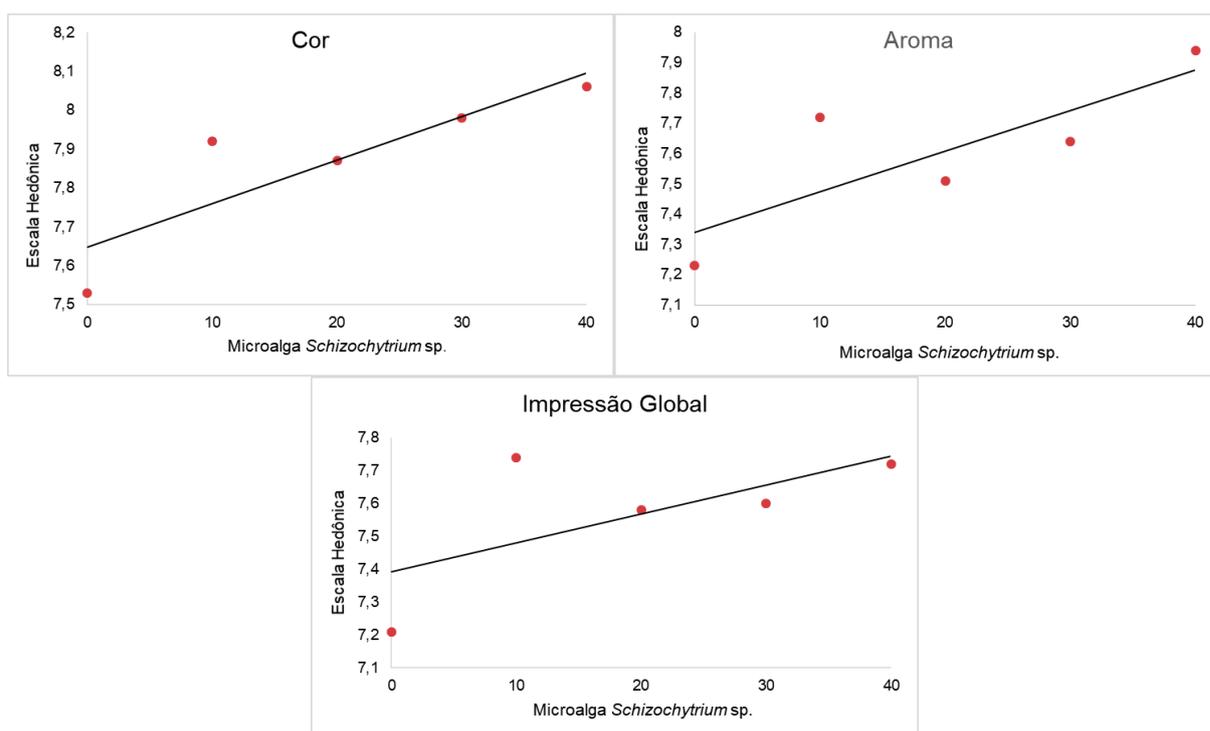


Figura 3 - Equação de regressão dos atributos sensoriais: cor, aroma e impressão global de ovos de codornas alimentadas com rações suplementadas com níveis crescentes de microalga *Schizochytrium* sp.

Para o atributo cor, observou-se médias superiores em relação ao grupo controle para os tratamentos que continham 30 e 40 g de microalga *Schizochytrium* sp./kg de ração (7,98 e 8,06, respectivamente) (Tabela 4), havendo incremento linear na cor dos ovos com a inclusão da microalga na ração das codornas (Figura 3).

Em ovos de codornas, tem sido comum a ocorrência de gemas *in natura* produzidas com pigmentação deficiente, com redução na coloração das gemas de ovos cozidos, a forma mais frequente de consumo. Ovos de codornas cozidos com gemas pouco pigmentadas são menos atrativos para o consumidor e uma solução possível é a inclusão de corantes lipossolúveis às rações, que aumenta a deposição de carotenoides e a coloração das gemas (OLIVEIRA et al., 2007). Duarte (2010) destaca a alta capacidade de produção de carotenoides pelas microalgas, devido à capacidade fotossintética das mesmas.

Em estudo conduzido por Faitarone (2010), observou-se que as gemas dos ovos provenientes das aves alimentadas com rações suplementadas óleos de linhaça e canola em diferentes níveis, bem como suas combinações com o óleo de soja, apresentaram pigmentação menos intensa do que as gemas dos ovos tidos como padrão de comparação (sem óleo); contrapondo os resultados encontrados nesta pesquisa.

A adição da alga marinha *Schizochytrium* sp. à dieta de codornas japonesas resultou na obtenção de ovos com altos teores de AGPI n-3 (Tabela 3), entretanto, Stanby (1982), menciona que altos níveis desses ácidos graxos podem predispor alteração no odor e sabor dos produtos, devido a formação de compostos indesejáveis.

Sabe-se que o sabor é um fator decisivo para a aceitação de um produto e acima de tudo na escolha de alimentos em virtude de ser uma resposta integrada à sensação entre aroma e sabor. O gosto de um alimento é atribuído aos compostos solúveis presentes, como açúcares, sais e ácidos. O aroma apresenta uma maior complexidade por estar relacionado a diversas substâncias solúveis, representantes de várias classes químicas, com diferentes propriedades físico-químicas (THOMAZINI; FRANCO, 2000).

Contudo, nesse estudo, observou-se que a inclusão em até 40 g de microalga All-G Rich®/kg na ração das codornas não comprometeu o aroma nem tampouco o sabor dos ovos; com aumento da inclusão de microalga notou-se resposta linear para o atributo aroma (Figura 3). Corroborando com o observado por Murata (1998) que não denotou diferenças quanto ao sabor, aroma e à textura da gema e do albúmen de

ovos de galinhas poedeiras alimentadas com rações contendo 3% de óleo de soja, canola ou peixe.

Ao estudarem a influência da adição suplementar de algas marinhas na dieta sobre as propriedades sensoriais de ovos de galinha, Carvalho et al. (2014) não detectaram odor ou sabor diferentes nos ovos, em relação a ovos típicos de mesa, todavia alguns provadores destacaram a presença da interação sabor e aroma semelhante a “frutos do mar” conferidos aos ovos dos tratamentos contendo algas marinhas em níveis crescentes na dieta.

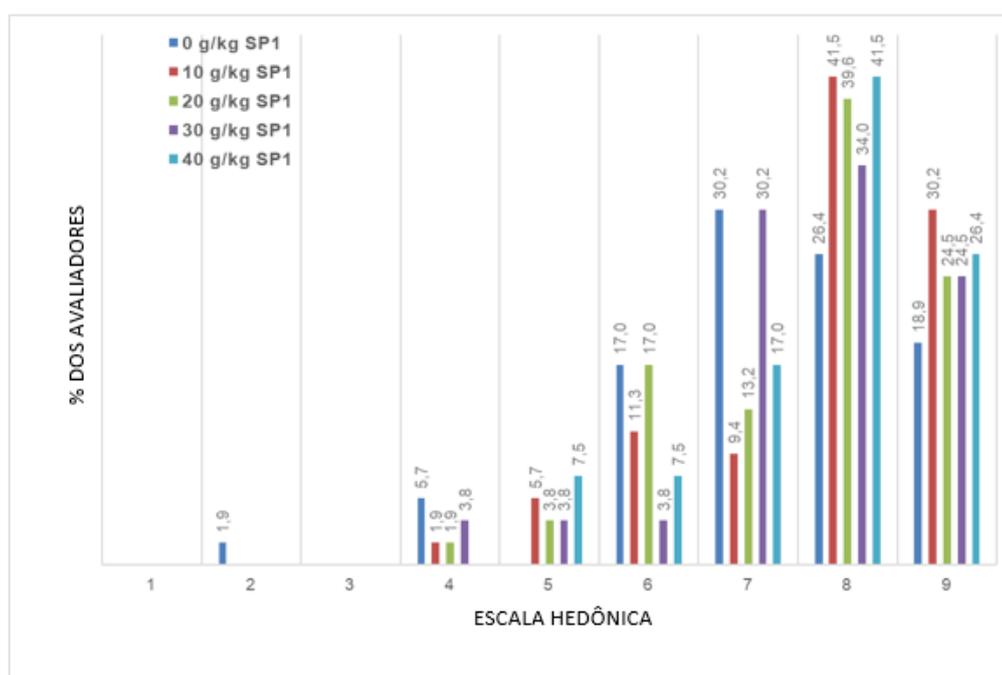
Herber; Van Elswyk (1998) relataram que o uso de 2,4% e 4,8% de alga marinha na dieta de galinhas poedeiras em substituição aos teores de 1,5% a 3,0% de óleo de peixe, não diferiram dos ovos convencionais. Este estudo ainda concorda com de Abril; Barclay (1998) que também reportaram o uso de extrato de microalga marinha e não encontraram comprometimento sensorial dos ovos em relação ao grupo controle.

Ao contrário dos resultados obtidos nesta pesquisa, Van Elswyk; San; Hargis (1992) ao incluírem 3% de óleo de peixe à ração de galinhas poedeiras, descreveram que seus provadores diferenciaram os ovos fortificados com n-3 dos ovos das aves que receberam dieta controle.

Os resultados apresentados por Bernal-Gómez et al. (2002) opõem aos observados no presente estudo. Ao avaliarem a qualidade sensorial de ovos de galinhas poedeiras alimentadas com rações contendo óleo de linhaça e antioxidantes, os autores notaram diferença entre os tratamentos que continham linhaça quando comparadas ao grupo controle com zero dia, para os atributos aparência, sabor e aroma.

De acordo com o autor citado anteriormente, os avaliadores ainda mencionaram comentários como: “lembrando levemente à peixe”, “intenso e pouco característico da gema de ovo e “residual ligeiramente amargo”, aos atributos sabor e aroma das gemas dos ovos; o que o difere do presente estudo, onde as notas atribuídas às características aroma e sabor dos ovos de codornas mantiveram-se acima de 7 (“gostei moderadamente”) e nenhum dos avaliadores mencionaram tais comentários.

Resultados similares a este estudo foram encontrados por Mendonça et al. (2015) que, ao avaliarem as características sensoriais (cor, aroma, sabor e impressão global) de ovos de codornas alimentadas com diferentes fontes de ômega 3, obtiveram nota superior a 6 “gostei ligeiramente”, valor mínimo para a amostra não ser considerada recusada, demonstrando a aceitação de ovos fortificados com ômega 3 oriundos da alimentação de codornas com óleo de soja, de linhaça, de peixe ou de canola.



Escala hedônica estruturada de nove pontos (9- gostei extremamente; 8- gostei muito; 7- gostei moderadamente; 6- gostei ligeiramente; 5- nem gostei/nem desgostei; 4- desgostei ligeiramente; 3- desgostei moderadamente; 2- desgostei muito; 1- desgostei extremamente).

Figura 4 - Histograma dos valores hedônicos do teste de impressão global de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações suplementadas com níveis crescentes de microalga *Schizochytrium* sp..

É importante salientar que os ovos, provenientes de codornas alimentadas com ração contendo 40 g *Schizochytrium* sp./kg tiveram 92,5% das notas atribuídas para impressão global dentro da zona de aceitação (notas 6 a 9) e nenhuma nota na zona de rejeição (notas 1 a 4) (Figura 4).

No processo de desenvolvimento de novos produtos a determinação da preferência do produto se torna indispensável (REIS et al., 2009). Sabe-se que

utilização de produtos ricos em n-3 suscita preocupações relacionadas com a qualidade sensorial (LAWLOR et al., 2010).

O mapa de preferência interno para os atributos cor, aroma e sabor está apresentado na Figura 5. Cada vetor representa a correlação dos dados de aceitação de um consumidor com os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2), assim, cada vetor representa um consumidor. A figura 5A representa o mapa de preferência interno para o atributo aroma, sendo que a soma dos componentes explicou 59,61% da variabilidade das amostras, bem como o da figura 5B e 5C que explicaram 65,53 e 62,72% dos dados de aceitação.

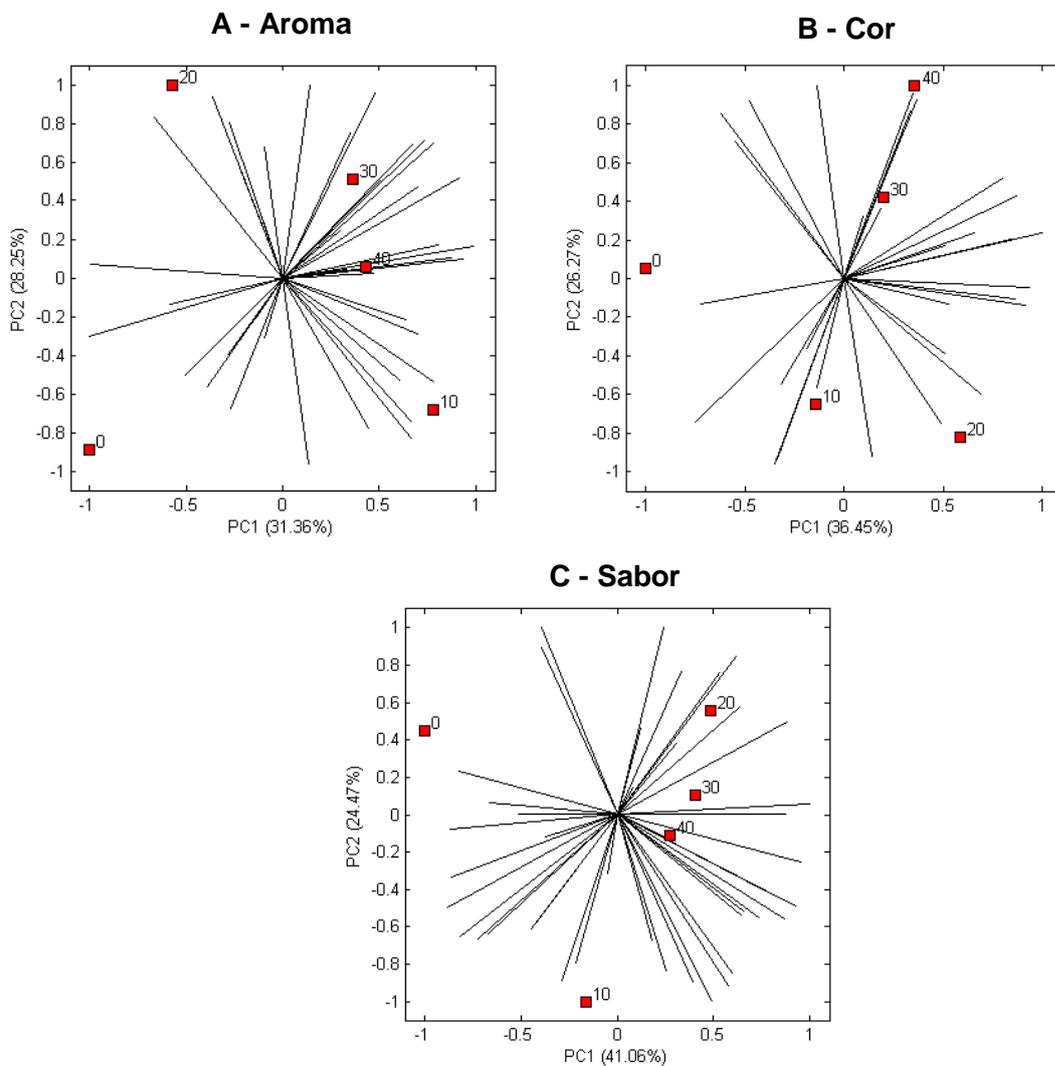


Figura 5 - Mapa de preferência interno para os atributos sensoriais aroma (A), cor (B) e sabor (C).

Os vetores ficaram dispersos, o que indica que não houve preferência entre as amostras, não havendo uma que fosse escolhida como a mais ou menos preferida pelos avaliadores em relação ao aroma e sabor; porém notou-se que em relação à cor, houve menor concentração dos vetores para amostra controle, sendo esta a menos preferida.

5. CONCLUSÃO

A inclusão em até 40 g da microalga *Schizochytrium* sp./kg na ração de codornas japonesas confere incremento no teor de n-3 nos ovos, boa razão n-6/n-3, além de proporcionar excelente aceitação sensorial.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRIL, R.; BARCLAY, W. Production of docosahexaenoic acid-enriched poultry eggs and meat using an algae-based feed ingredient. In: **The return of w-3 fatty acids into the food supply**. World Review of Nutrition and Dietetics, v. 83, p. 77 - 88, 1998.

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Análise sensorial - Guia geral para o projeto de ambientes de teste – NBR ISO 8589:2015. Rio de Janeiro: ABNT; 2014.

ARAGONA, P.; BUCOLO, C.; SPINELLA, R.; GIUFFRIDA, S.; FERRERI, G. Systemic Omega-6 Essential Fatty Acid Treatment and PGE1 Tear Content in Sjögren's Syndrome Patients. **Investigative Ophthalmology and Visual Science**, v. 46, p. 4474 - 4479, 2005.

BERNAL-GÓMEZ, M.E.; DELLA TORRE, J.; RODAS, M.A.; MENDONÇA-JÚNIOR, C.X.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação sensorial e instrumental de ovos de galinhas alimentadas com rações suplementadas com óleo de linhaça e antioxidantes. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v. 23, p. 55 - 66, 2002.

CARVALHO, P.R. **Influência da adição de fontes ricas em PUFAS n-3 na dieta de galinhas sobre a composição lipídica do ovo**. 2006. 283f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária). Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina veterinária e Zootecnia, São Paulo. 2006.

CARVALHO, P. R.; PITA, M. C. G.; PIBER-NETO, E.; MENDONÇA JUNIOR, C. X. Influência da adição de fontes marinhas ricas em PUFAS da dieta sobre a composição lipídica e percentuais de incorporação de PUFAS n-3 na gema do ovo. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 1, p. 27 - 39, 2009.

CARVALHO, P. R.; PITA, M. C. G.; PIBER-NETO, E.; MENDONÇA JUNIOR, C. X. Influência da Adição Suplementar de Fontes Ricas de PUFAS n-3 de Origem Marinha na Dieta sobre as Propriedades Organolépticas de Ovos de Galinha. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 12, n. 2, p. 236 - 239, 2014.

CEDRO, T.M.M.; CALIXTO, L.F.L.; GASPAR, A.; HORA, A.S. Teores de ácidos graxos em ovos comerciais convencionais e modificados com ômega-3. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1733 - 1739, 2010.

CHERIAN, G.; LANGEVIN, C.; AJUYAL, A.; LIEN, K.; SIM, J. Research Note: Effect of storage conditions and hard cooking on peelability and nutrient density of White and brown shelled eggs. **Poultry Science**, v. 69, n. 9, p. 1614 - 1616, 1990.

DUARTE, D.R.S. **Alimentos funcionais com microalgas: nova fonte de pigmentos, antioxidantes e ácidos gordos ômega 3**. 2010. 101f. Dissertação (Mestrado em Biologia Humana e Ambiente) – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa. 2010.

FAITARONE, A.B.G. **Fornecimento de fontes lipídicas na dieta de poedeiras e seus efeitos sobre o desempenho, qualidade dos ovos, perfil de ácidos graxos e colesterol na gema**. 2010. 108 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2010.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109 - 112, 2014.

GÓMEZ, M. E. L. D. **Modulação da composição de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa**. 2003. 149f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.

HALL, M.N.; CAMPOS, H.; LI, H.; SESSO, H.D.; STAMPFER, M.J.; WILLETT, W.C.; MA, J. Blood levels of long-chain polyunsaturated fatty acids, aspirin, and the risk of colorectal cancer. **Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention**, v. 16, n. 2, p. 314 - 321, 2007.

HERBER, S. M.; VAN ELSWYK, M. E. Dietary marine algae promotes efficient deposition of n-3 fatty acids for the production enriched shell eggs. **Poultry Science**, v. 75, p. 1501 - 1507, 1996.

HERBER, S. M.; VAN ELSWYK, M. E. Dietary marine algae maintains egg consumer acceptability while enhancing yolk color. **Poultry Science**, v. 77, p. 493 -496, 1998.

HORNSTRA, G. Importance of polyunsaturated fatty acids of the n-6 and n-3 families for early human development. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 103, p. 379 - 389, 2001.

LAWLOR, J.B., GAUDETTE, M., DICKSON, T., et al. Fatty acid profile and sensory characteristics of table-eggs from laying hens fed diets containing microencapsulated fish oil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 156, n. 3, p. 97 - 103, 2010.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC, 1999. 390p.

MENDONÇA, M.O., BARBOSA, L.M.R., MELO, T.M.P., MENCALHA, R., MOREIRA, A.V.B., DANTAS, M.I.S., BARRETTO, S.L.T. Avaliação sensorial de ovos, mantidos sob 21 dias sem refrigeração, de codornas alimentadas com rações enriquecidas

com ômega 3. In: CONGRESSO DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 13., 2015, Ribeirão Preto-SP, **Anais...**, São Paulo: APA. 2015. CD-ROM.

MENDONÇA, M. O. **Desempenho zootécnico e qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes rações de ômega-3.** 2013. 156f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2013.

MILLER, M.R.; NICHOLS. P.D.; CARTER, C.G.; Replacement of fish oil with thraustochytrid *Schizochytrium* sp. L oil in Atlantic salmon parr (*Salmo salar* L.) diets. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 148, p. 382 - 392, 2007.

MORAES, M.A.C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos.** 5. ed. Campinas: Experimental, 1985. 85p.

MURATA, L. S. **Efeito de fontes de óleo da ração sobre o desempenho e o perfil lipídico dos ovos e sangue de poedeiras comerciais.** 1998. 66 f. Tese (Doutorado Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, São Paulo. 1998.

NITSAN, Z.; MOKADY, S.; SUKENIL, A. Enrichment of poultry products with n-3 fatty acids by dietary supplementation with the alga *Nannochloropsis* and mantur oil. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 47, p. 5127 - 5132, 1999.

OLIVEIRA, N. T. E. D., FONSECA, J. B., SOARES, R. T. R. N., FERREIRA, K. S., THIÉBAUT, J. T. L. Pigmentação de gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo colorífico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1525 - 1531, 2007.

OLIVER, M.F. It is more important to increase the intake of unsaturated fats than to decrease to intake of saturated fats: evidence from clinical trials relating to eschemic heart disease. **American Journal Clinical of Nutrition**, Bethesda, v. 66, p. 980 - 986, 1997.

PIBER NETO, E. **Enriquecimento do ovo: utilização de óleos de peixes e alga marinha como fontes de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 em rações de galinhas.** 2006. 72f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária), Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

PITA, M. C.; PIBER NETO, E.; CARVALHO, P. R.; MENDONCA JUNIOR, C. X. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poli-insaturados em ovos de galinha. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 925 - 931, 2006.

REIS, R. C.; MINIM, V. P. R.; DIAS, B. R. P.; CHAVES, J. B. P.; MINIM, L. A. Impacto da utilização de diferentes edulcorantes na aceitabilidade de iogurte “light” sabor morango. **Alimentos e Nutrição**, v.20, n.1, p. 53-60, 2009.

REN L. J.; JI, X. J.; HUANG, H.; QU, L.; FENG, Y.; TONG, Q. Q.; OUYANG, P. K. Development of a stepwise aeration control strategy for efficient docosahexaenoic acid production by *Schizochytrium* sp. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 87, n. 5, p. 1649 - 1656, 2010.

ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease**, v. 34, n. 2, p. 105 - 110, 2002.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: UFV editora, 2011. 252p.

SARKER, P.K.; GAMBLE, M.M.; KELSON, S.; KAPUSCINSKI, A.R.. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) show high digestibility of lipid and fatty acids from marine *Schizochytrium* sp. and of protein and essential amino acids from freshwater *Spirulina* sp. feed ingredients. **Aquaculture Nutrition**, v. 22, n. 1, p. 1 - 11, 2016.

STANBY, M. E. Properties of fish oils and their application to handling of fish and to nutritional and industrial use. **Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products**. p. 75 - 92, 1982.

SUBBIAH, P. V.; SUBRAMANIAN, V. S.; LIU, M. Trans unsaturated fatty acids inhibit lecithin: cholesterol acyltransferase and alter its positional specificity. **Journal of Lipid Research**, v. 39, n. 7, p. 1438 - 1447, 1998.

THOMAZINI, M.; FRANCO, M. R. B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 34, n. 1, p. 52 - 59, 2000.

VAN ELSWYK, M. E.; SAMS, A. R. N.; HARGIS, P. S. Composition functionally, and sensory evaluation of eggs from hens fed dietary savelha oil. **Journal Food Science**, v. 57, p. 342 - 344, 1992.

WANG, Y.; SUNWOO, H.; CHERIAN, G.; SIM, J.S. Fatty acid determination in chicken egg yolk: a comparison of different methods. **Poultry Science**, v. 79, p. 1168 - 1171, 2000.

WATTS, G.F., JACKSON, P., BURKE, V., LEWIS, B. Dietary fatty acids and progression of coronary artery disease in men. **American Journal Clinical of Nutrition**, Bethesda, v. 64, n. 2, p. 202 - 209, 1996.

CONCLUSÃO GERAL

Codornas japonesas alimentadas com rações contendo níveis crescentes de microalga *Schizochytrium* sp. não apresentam alterações no desempenho zootécnico nem nos parâmetros de qualidade externa e interna dos ovos, exceto para a intensidade da cor amarela da gema que é maximizada com a adição de 40 g *Schizochytrium* sp./kg de ração, além, desse nível de inclusão promover incremento nos atributos sensoriais cor, aroma e impressão global, bem como maior teor de ômega 3 e relação adequada n-6/n-3 nos ovos.

ANEXO I



INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) IF Sudeste MG

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "**Desempenho zootécnico e qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo microalga *Shizochytrium sp***", registrada com protocolo o nº 09/2016, sob a responsabilidade de Michele de Oliveira Mendonça que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais- IF Sudeste MG, em reunião de 06 de julho de 2016.

Finalidade	<input type="checkbox"/> Ensino <input checked="" type="checkbox"/> Pesquisa Científica
Vigência da autorização	05/07/2016 à 31/07/2017
Espécie/linhagem/raça	<i>Coturnix coturnix japonica</i>
Nº de animais	210
Peso/ Idade	Pico de postura
Sexo	Fêmeas
Origem	Aviário comercial

Renata Vitarele Gimenes Pereira

Coordenadora da CEUA do IF Sudeste MG

06 de Julho de 2016

ANEXO II

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SUDESTE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Desempenho zootécnico e qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo microalga *Schizochytrium* sp.

Pesquisador: Michele de Oliveira Mendonça

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 62071716.7.0000.5588

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE

Patrocinador Principal: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS
Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.518.248

Apresentação do Projeto:

Objetiva-se avaliar os efeitos sobre o desempenho zootécnico, a qualidade interna e externa dos ovos, o perfil lipídico da gema e as características sensoriais dos ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo microalga *Schizochytrium* sp (SP1).

O projeto está bem delineado.

Objetivo da Pesquisa:

Como objetivo primário a autora descreve: "Objetiva-se avaliar os efeitos sobre o desempenho zootécnico, a qualidade interna e externa dos ovos, o perfil lipídico da gema e a aceitação".

E como objetivos secundários: "Avaliar o desempenho de codornas de postura alimentadas com dietas contendo algas;• Avaliar a qualidade interna e externa de ovos de codornas alimentadas com rações suplementadas com microalga;• Avaliar o perfil lipídico da gema de ovos de codornas alimentadas com dietas contendo algas;• Avaliar os atributos sensoriais (cor, sabor, aroma e impressão global) de ovos de codornas alimentadas com rações suplementadas com microalga *Schizochytrium* sp (SP1).• Mensurar a intenção de compra dos provedores em relação aos ovos de codornas alimentadas com rações suplementadas com microalga *Schizochytrium* sp (SP1)."

Claros e exequíveis.

Endereço: Rua Luz Interior, 360 - 9º andar

Bairro: Estrela Sul

CEP: 36.030-776

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32)98436-3504

E-mail: etica.pesquisa@fsudestemg.edu.br

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Como riscos e medidas de prevenção, a autora descreve: "Este estudo apresenta risco mínimo (pois os ovos serão servidos após correta cocção), isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras (este estudo empregará técnicas e métodos retrospectivos de pesquisa e não se realizará nenhuma intervenção ou modificação intencional nas variáveis fisiológicas ou patológicas e sociais dos indivíduos que participarem do mesmo), entretanto, de acordo com a Resolução nº 466, de 12 de Dezembro de 2012, "item IV.3 alínea h" os participantes da pesquisa que sofrerem eventuais danos, serão indenizados. Contudo, caso o julgador sentir qualquer desconforto gastrointestinal, como náuseas, vômitos ou diarreia durante ou após a participação na pesquisa, será orientado, através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), entrar em contato com a pesquisadora, pois essa lhe prestará toda a assistência caso isso ocorra. É importante salientar que o local onde se realiza a pesquisa conta com um posto de saúde com atendimento médico emergencial e a assistência por parte da pesquisadora será prestada enquanto durarem os sintomas. Entre as medidas protetivas para a redução de risco, a realização das análises sensoriais dos ovos de codorna acontecerá em ambiente apropriado com uso de equipamentos específicos, a fim de garantir a inocuidade dos produtos.

Os benefícios são: "literatura fornece evidências convincentes sobre o benefício à saúde do consumo de ômega 3, assim a disponibilização para o mercado de ovos de codornas fortificados com ômega 3 com características aceitáveis entre os consumidores com melhor qualidade sensorial, além do direcionamento de parte dos ovos produzidos no setor de Cotumicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba para a Cooperativa do Campus, agregando maior valor a esse alimento, são alguns dos benefícios da participação na pesquisa".
Estão claramente definidos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto pertinente social e cientificamente. Método é condizente aos objetivos propostos e os riscos aos participantes foram adequadamente justificados bem como as ações para minimizá-los.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos de apresentação obrigatória contêm requisitos de acordo com legislação vigente.

Recomendações:

Recomenda-se adequar ao cronograma do projeto, pois deverá ser idêntico ao da Plataforma.

Endereço: Rua Luz Interior, 360 - 9º andar

Bairro: Estrela Sul

CEP: 36.030-776

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32)98436-3504

E-mail: etica.pesquisa@ifsudestemg.edu.br

Continuação do Parecer: 2.518.248

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto apto para ser iniciado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos CEP/IF SUDESTE MG, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12, após análise, manifesta-se FAVORÁVEL à aprovação do projeto de pesquisa referenciado.

1. Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e termo de consentimento livre e esclarecido.
2. Comunicar imediatamente ao Comitê qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento do estudo.
3. Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.
4. Conforme definido no artigo 47 do regimento do CEP/IF SUDESTE MG, inciso III, o pesquisador deve apresentar relatórios semestrais e final da pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_789431.pdf	23/02/2018 10:41:57		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle.docx	23/02/2018 10:37:20	Michele de Oliveira Mendonça	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_SP1_Plataforma_Brasil_Submetido.pdf	29/12/2017 19:58:58	Lidiane da Costa Santana	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Anexar.pdf	15/09/2016 08:40:27	Lidiane da Costa Santana	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Luz Interior, 360 - 9º andar

Bairro: Estrela Sul

CEP: 36.030-776

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32)98436-3504

E-mail: etica.pesquisa@fsudestemg.edu.br

ANEXO III

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Desempenho zootécnico e qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo microalga *Schizochytrium* sp.”.

Parte desse trabalho trata-se da análise sensorial de ovos de codornas japonesas alimentadas com ração contendo diferentes níveis de microalga *Schizochytrium* sp.. O motivo que nos leva a estudar esse assunto é que a fortificação de ovos com ácidos graxos poli-insaturados da série ômega 3 pode promover mudanças nos atributos sensoriais.

No teste proposto, serão fornecidas aproximadamente 10 g de cada amostra (correspondente a um ovo de codorna cozido cortado longitudinalmente, contendo cada parte clara e gema), em recipientes plásticos descartáveis. Deverá ser respondida uma ficha de análise sensorial e uma ficha de provável compra do produto, as quais serão entregues junto das amostras de ovos, numa única abordagem laboratorial. Para avaliar os atributos de cor, sabor, aroma e impressão global, será utilizada uma escala, sendo o valor mínimo (1) associado ao conceito “desgostei extremamente” e o valor máximo (9) ao conceito “gostei extremamente”.

Para participar deste estudo, você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pela pesquisadora. A pesquisadora irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Como este estudo trata-se de um teste de aceitação de ovos de codorna, por favor, informe a pesquisadora caso você possua alergia ou restrição de consumo de ovos de codorna ou algas, pois isso inviabiliza a sua participação na pesquisa, mas de forma alguma haverá alteração no modo como a pesquisadora te atenderá nem qualquer prejuízo ou dano imaterial ou material.

Este estudo apresenta risco mínimo, pois os ovos serão servidos após correto cozimento, no entanto, caso você sinta qualquer desconforto gastrointestinal, como náuseas, vômitos ou diarreia durante ou após a participação na pesquisa, por favor contate a pesquisadora pois essa lhe fornecerá toda a assistência caso o ocorra. É importante salientar que o local onde se realiza a pesquisa conta com um posto de saúde com atendimento médico emergencial e a assistência por parte da pesquisadora será prestada enquanto durarem os sintomas. Contudo, esse estudo não pretende realizar nenhuma intervenção ou modificação intencional nas variáveis fisiológicas ou psicológicas e sociais dos indivíduos que participam do mesmo; todavia, de acordo com a Resolução nº 466, de 12 de Dezembro de 2012, “item IV.3 alínea h” os participantes da pesquisa que sofrerem eventuais danos, serão indenizados.

A disponibilização para o mercado de ovos de codornas fortificados com ômega 3 com características aceitáveis entre os consumidores com boa qualidade sensorial, além do direcionamento de parte dos ovos produzidos no setor de Produção de Codornas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – *Campus* Rio Pomba para a Cooperativa do *Campus*, agregando maior valor a esse alimento, são alguns dos benefícios da sua participação na pesquisa.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com a pesquisadora responsável por um período de cinco anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pela pesquisadora responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, portador(a) do Documento de Identidade _____, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

_____, ____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) participante

Assinatura da pesquisadora

EM CASO DE DÚVIDAS COM RESPEITO AOS ASPECTOS ÉTICOS DESTE ESTUDO, VOCÊ PODERÁ CONSULTAR:
HTTP://WWW.SISTEMAS.IFSUDESTEMG.EDU.BR/PESQUISA/ACESSO/HOME.PHP?CENTRO=../COMITEETICA/COMIT
EETICA.PHP

CEP- COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – IF SUDESTE MG

AV. LUZ INTERIOR, 360, 5º ANDAR, BAIRRO SANTA LUZIA, JUIZ DE FORA – MG, CEP 36030-773

FONE: (32) 3257-4113 / E-MAIL: etica.pesquisa@ifsudestemg.edu.br

PESQUISADORA RESPONSÁVEL: MICHELE DE OLIVEIRA MENDONÇA

ENDEREÇO: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS -
CAMPUS RIO POMBA

AV. DR. JOSÉ SEBASTIÃO DA PAIXÃO S/Nº - BAIRRO LINDO VALE - RIO POMBA / MG - CEP: 36180-000

FONE: (32) 3571-5733/ E-MAIL: michele.mendonca@ifsudestemg.edu.br

ANEXO IV

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE OVOS DE CODORNA

<u>Nome Completo:</u>	<u>Idade:</u>	<u>Sexo</u> () F () M
-----------------------	---------------	-------------------------

Instruções:

- a) Prove as amostras da esquerda para a direita (aguarde 30 segundos entre amostras e bocheche com água);
 b) Classifique cada amostra quanto aos atributos sensoriais utilizando a escala abaixo para atribuir sua nota;

Amostras	XXXX																			
	Cor	Sabor	Aroma	Impressão Global	Cor	Sabor	Aroma	Impressão Global	Cor	Sabor	Aroma	Impressão Global	Cor	Sabor	Aroma	Impressão Global	Cor	Sabor	Aroma	Impressão Global
9-Gostei extremamente																				
8-Gostei muito																				
7-Gostei moderadamente																				
6-Gostei ligeiramente																				
5-Indiferente																				
4-Desgostei ligeiramente																				
3-Desgostei moderadamente																				
2-Desgostei muito																				
1-Desgostei extremamente																				

- c) Por favor, dê sua opinião quanto a intenção de compra do produto, utilize a escala abaixo para tribuir sua nota:

Decididamente não compraria	Provavelmente não compraria	Talvez sim / Talvez não	Provavelmente compraria	Decididamente compraria
1	2	3	4	5

<i>Amostra</i>	<i>Nota</i>
XXXX	

Este espaço é reservado para você deixar observações adicionais:

Muito obrigada por participar da nossa pesquisa. Sua colaboração é muito importante para nós !!!