



Licenciatura em Ciências da Nutrição

Análise da composição lipídica de ovos de galinha (*Gallus gallus domesticus*) oriundos de diferentes tipos de criação: revisão do tema

Artigo Científico Original Final

Elaborado por Rafael Matos Carlos

Aluno nº 201192416

Orientadora: Professora Doutora Ana Cláudia de Sousa

Barcarena

Novembro de 2015

Análise da composição lipídica de ovos de galinha (*Gallus gallus domesticus*) oriundos de diferentes tipos de criação: revisão do tema

Universidade Atlântica

Licenciatura em Ciências da Nutrição

Análise da composição lipídica de ovos de galinha (*Gallus gallus domesticus*) oriundos de diferentes tipos de criação: revisão do tema

Artigo Científico Original Final

Elaborado por Rafael Matos Carlos

Aluno nº 201192416

Orientadores: Professora Doutora Ana Cláudia de Sousa

Barcarena

Novembro de 2015

Análise da composição lipídica de ovos de galinha (*Gallus gallus domesticus*) oriundos de diferentes tipos de criação: revisão do tema

DECLARAÇÃO

Nome

Endereço electrónico: _____ Telefone: _____

Número do Cartão de Cidadão: _____

Título do Trabalho

Orientador(es):

Declaro que concedo à Universidade Atlântica uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, o presente trabalho, no todo ou em parte.

Retenho todos os direitos de autor relativos ao presente trabalho, e o direito de o usar futuramente

Assinatura

Universidade Atlântica, Barcarena ___/___/_____

Análise da composição lipídica de ovos de galinha (*Gallus gallus domesticus*) oriundos de diferentes tipos de criação: revisão do tema

Análise da composição lipídica de ovos de galinha (*Gallus gallus domesticus*) oriundos de diferentes tipos de criação: revisão do tema

O autor é o único responsável pelas ideias expressas neste relatório.

Por opção do autor este documento foi redigido sem obedecer ao acordo ortográfico.

Análise da composição lipídica de ovos de galinha (*Gallus gallus domesticus*) oriundos de diferentes tipos de criação: revisão do tema

Agradecimentos

À Catarina, minha companheira, pelo apoio prestado em todos os momentos, sobretudo nos mais difíceis. E à minha mãe, pela ajuda prestada financeiramente.

Resumo

Análise da composição lipídica de ovos de galinha (*Gallus gallus domesticus*) oriundos de diferentes sistemas de criação

Os dados sobre a composição dos alimentos têm utilidades várias, sendo por isso importante que a composição dos alimentos, principalmente aqueles consumidos de forma abundante (como é o caso do ovo), seja estudada minuciosamente.

O aumento de produção que se tem vindo a registar aliado a um aumento da consciência, por parte do consumidor, acerca da proveniência dos alimentos que ingere, fazem dos tipos de criação de galinha (*Gallus gallus domesticus*) existentes, um tema de grande interesse nas ciências da nutrição.

Como alimento, o ovo apresenta um perfil interessante para uma dieta, mais do que adequada, óptima. Para além de uma fonte de proteína de alto valor biológico apresenta também dos valores mais elevados de vitamina D nos alimentos, importantíssima se virmos a prevalência da deficiência a nível global e as consequências desta.

Apesar dos benefícios associados ao seu consumo, os ovos levantam actualmente algumas preocupações (ou apreensões) aos consumidores, sendo estas de vários tipos (essencialmente: nutricional, ética e bacteriológica).

Devido a este fosso entre a percepção do consumidor e a evidência científica, têm surgido nos últimos anos inúmeros estudos que investigam a associação deste alimento com a incidência de certas doenças (como DMII, alguns tipos de cancro e doenças cardiovasculares e também outros de índole clínica (onde a adequabilidade deste alimento em certas patologias é investigada).

Uma questão que tem vindo a ganhar destaque na nutrição é a influência da dieta dos animais no perfil nutricional dos alimentos que deles originam. E consequentemente, como esses alimentos influenciarão a saúde do consumidor. Visto que a galinha poedeira possui (regulamentados) vários tipos de criação, trata-se do animal ideal para

Análise da composição lipídica de ovos de galinha (*Gallus gallus domesticus*) oriundos de diferentes tipos de criação: revisão do tema

estudos desta natureza. Ainda por mais sendo um deles o tipo de criação “biológica” que tanto destaque tem ganho, não só na literatura científica como comercialmente.

O objectivo deste artigo consiste numa análise exaustiva sobre os dados publicados relativos à composição lipídica de ovos oriundos de diferentes tipos de criação, as suas vantagens e limitações enquanto alimento e contribuir para um esclarecimento das questões nutricionais, éticas e bacteriológicas que surgem.

Palavras-chave: ovos, composição lipídica, criação.

Abstract

Lipid composition analysis of eggs from hens (*Gallus gallus domesticus*) from different rearing systems.

Food composition data has various utilities. That being, it is important that food composition, especially that of the most consumed foods, is studied thoroughly.

The rise in egg production combined with the growth of consumer consciousness in respect to the origin of consumed foods, makes this topic one of great interest in the nutrition sciences.

As food, the egg presents itself with an interesting profile for an optimum diet, rather than simply an adequate one. Not only is it a source of protein of high biological value as it constitutes one of the highest sources of vitamin D in foods. This last one is most important regarding the deficiency prevalence and the consequence of such.

Although many of the benefits associated with the consumption of eggs, they represent various concerns to the consumer (namely: nutritional, bacteriological and ethic).

Considering the gap between consumer perception and scientific evidence, in the last few years many studies have been done regarding the association of this food with the incidence of various diseases and also others of clinical nature.

One subject of rising discussion in the field of nutrition, is the impact of animal feed in the nutrition quality of products thereof. And consequently, the impact of those products in the consumer's health.

Having in mind that the laying hen has various (regulated) rearing systems, it is the perfect animal for studies of this nature. More so, considering that one of those is the organic system. A type of production of growing interest, not only in scientific terms but commercially also.

Análise da composição lipídica de ovos de galinha (*Gallus gallus domesticus*) oriundos de diferentes tipos de criação: revisão do tema

The purpose of this paper is to provide a comprehensive analysis of published data about the lipid composition of eggs from different types of farming. The advantages and limitations of this food, and also contribute to a clarification of the nutritional, ethical and biological issues that arise.

Keywords: eggs; hens; rearing system.

Índice

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract.....	viii
Índice	x
Índice de figuras.....	xi
Índice de tabelas e/ou quadros	xiii
Lista de abreviaturas e siglas	xiii
Introdução.....	1
Composição nutricional do ovo de galinha.....	4
Principais factores envolvidos na apreensão ao consumo de ovos.....	7
Evidência epidemiológica e clínica do consumo de ovos.....	9
Dieta dos animais e saúde humana.....	15
Vitamina D e o ovo.....	19
Agricultura biológica: considerações e evidência.....	21
Resumo da evidência.....	23
Conclusão.....	28
Bibliografia.....	29

Índice de figuras

Fig. 1 - Composição física do ovo.....	1
Fig. 2 - Evolução da produção mundial de ovos de galinha (estimativa).....	2
Fig. 3 - Preço comercial de meia dúzia de ovos (tamanho M) provenientes dos quatro sistemas de produção.....	3
Fig. 4 - Composição em macronutrientes do ovo inteiro cru.....	5
Fig. 5 - Principais factores envolvidos na apreensão do consumidor em relação aos ovos.....	8
Fig. 6 - Possíveis factores envolvidos na associação do ovo com doenças oncológicas.....	11
Fig. 7 - Função dos ácidos gordos ómega-6 e ómega-3 ingeridos na dieta, na inflamação.....	17
Fig. 8 - Rácio ómega-6/ómega-3 de ovos relatado em diferentes estudos.....	24
Fig. 9 - Concentração de DHA (C22:6n-3) relatada em vários estudos.....	25
Fig. 10 - Concentrações de ácido palmítico (C16:0) relatada em diferentes estudos.....	25
Fig. 11 - Concentração de colesterol relatada em diferentes estudos.....	26
Fig. 12 - Concentração de vitamina E (tocoferol) relatada em vários estudos.....	27
Fig. 13 - Concentração de vitamina D (colecalfiferol) relatada em vários estudos.....	28

Análise da composição lipídica de ovos de galinha (*Gallus gallus domesticus*) oriundos de diferentes tipos de criação: revisão do tema

Índice de tabelas

Tabela 1 - Rácio ómega-6/ómega-3 em diferentes populações **Error! Bookmark not defined.**8

Lista de abreviaturas e siglas

AA - Ácido Araquidónico

AST - Aspartato Aminotransferase

DHA - Ácido Docosahexanóico

DMII - Diabetes *Mellitus* tipo II

EPA - Ácido Eicosapentanóico

EUA - Estados Unidos da América

HDL- *High Density Lipoprotein* (lipoproteína de alta densidade)

LDL- *Low Density Lipoprotein* (lipoproteína de baixa densidade)

PDCAAS - Protein Digestibility Corrected Amino acid Score

TCA - Tabela de Composição dos Alimentos Portuguesa

TNF-alfa – *Tumor Necrosis Factor-alfa* (factor de necrose tumoral-alfa)

VRN- Valor de Referência do Nutriente

1. Introdução

Dados sobre a composição dos alimentos são de ampla relevância. Desde a epidemiologia, no que toca à relação alimento-doença (ou nutriente-doença), até ao aconselhamento nutricional (Almeida, Perassolo, Camargo, Bragagnolo, & Gross, 2006). Possibilitando nesta última, um maior rigor no registo alimentar e na elaboração de planos alimentares.

Estes dados são também uma mais-valia para a política nutricional, permitindo avaliar com maior precisão a qualidade da dieta da população e, conseqüentemente, criar melhores directrizes alimentares (Elmadfa & Meyer, 2010). É por isso importante que existam dados fiáveis sobre a composição dos alimentos consumidos pela população.

O ovo de galinha (*Gallus gallus domesticus*) tem como função biológica fornecer nutrientes e outras substâncias essenciais ao normal desenvolvimento e protecção do embrião num ambiente externo (Nys, Bain, & Immerseel, 2011). Em termos de composição física, o ovo pode ser dividido em três partes, a clara (59%), a gema (31%) e a casca (10%) (**Figura 1.**) (Nys et al, 2011).

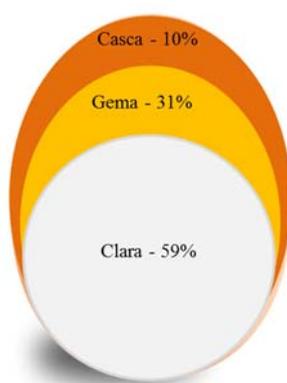
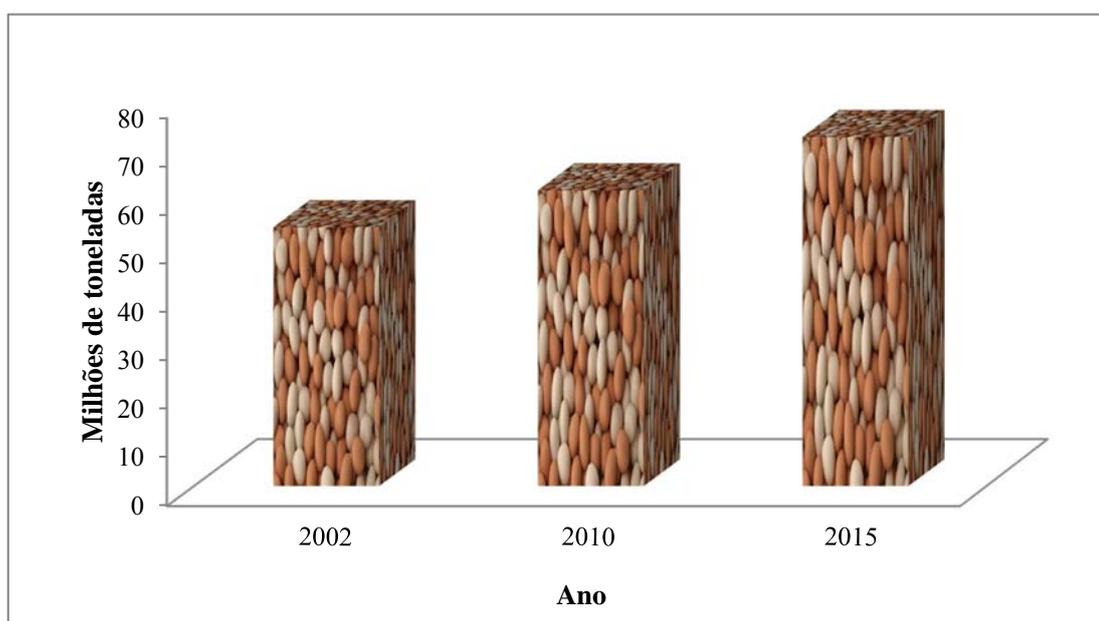


Figura 1. Composição física do ovo segundo Nys et al, 2011.

Como alimento, os ovos de galinha são um dos mais produzidos e consumidos globalmente. Segundo a *International Egg Commission* estima-se que em 2002 tenham sido produzidos cerca de 53,4 milhões de toneladas de ovos. Sendo que em 2010 terá atingido as 61 milhões de toneladas (Nys et al, 2011) e em 2015 a produção seja na ordem das 72 milhões de toneladas (Nys et al, 2011) (**Figura 2.**). Já o seu consumo *per capita per annum* ronda os 255 nos EUA e 186 em Portugal (“The World Egg Industry - a few facts and figures,” 2015).

Figura 2: Evolução da produção mundial de ovos de galinha (estimativa). Fonte:



International Egg Commission e Nys et al, 2011

Tem-se assistido ao aumento de consumidores conscientes. Ou seja, consumidores que, para além dos factores habituais que conferem qualidade a um produto, procuram escolher aquele que se traduz num menor impacte ambiental, maior bem-estar animal e humano, entre outros. A avicultura enquadra-se devido ao seu menor impacte ambiental em comparação com outros tipos de exploração animal e também à menor brutalidade animal envolvida na sua produção (Nys et al, 2011). Seguindo esta tendência de preocupação do consumidor com o bem-estar animal, aumenta a procura por sistemas de produção alternativos. O custo de produção de ovos oriundos de galinhas criadas “ao

ar livre” é cerca de 50% superior à produção convencional (“gaiolas melhoradas”) (Nys et al, 2011), O que se reflecte em igual dimensão no custo para o consumidor. Sendo o modo de produção biológica, o mais dispendioso dos quatro sistemas de produção (“0-biológico”, “1- criação no solo”, “2- criação ao ar livre” e “3- criação em gaiolas melhoradas”). (**Figura 3.**) Na União Europeia e, conseqüentemente, em Portugal, os sistemas de criação das galinhas parecem estar bem definidas.

O Decreto-Lei n.º 72-F/2003 de 14 de Abril (DL 72-F,2003) transpõe para ordem jurídica nacional a Directiva n.º 1999/74/CE (CE, 1999) que vem distinguir três sistemas de criação (todos os referidos anteriormente menos o modo de produção biológica). Quanto ao modo de produção biológica, este está previsto em dois Regulamentos (Reg. (CE) n.º 1804/1999 (CE, 1999) e Reg. (CE) n.º 2092/91 (CE, 1991)).

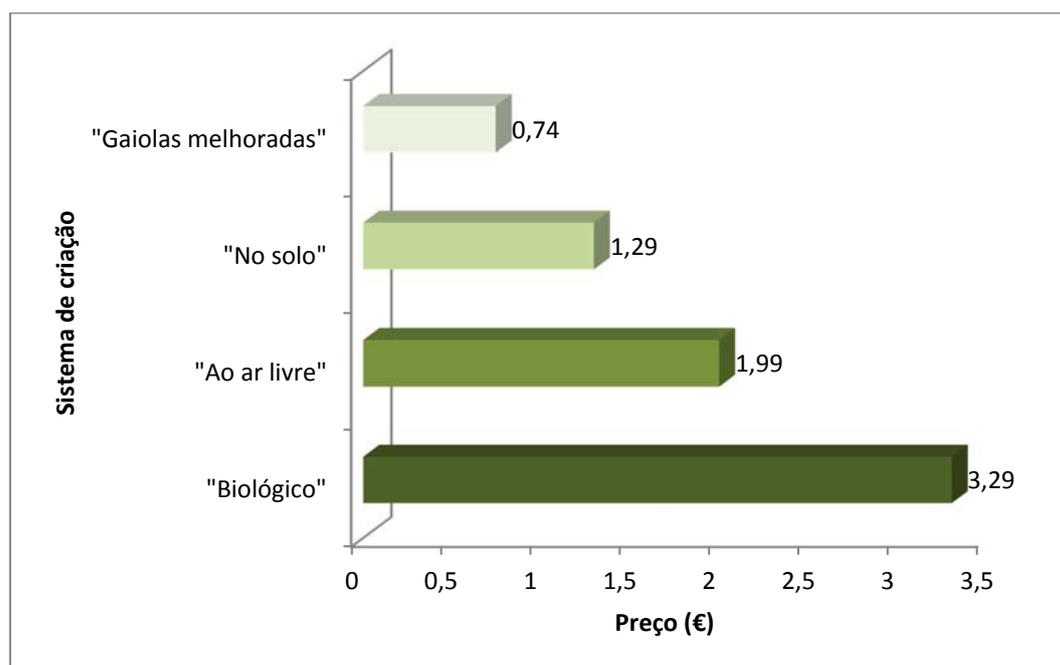


Figura 3. Preço comercial de meia dúzia de ovos (tamanho M) provenientes dos quatro sistemas de produção. Fonte: <http://www.continente.pt>.

Neste sentido, este artigo pretende analisar a informação relativa ao ovo de galinha, abordando a sua composição nutricional e os factores que a condicionam. A evidência epidemiológica e clínica associada ao seu consumo, as preocupações (ou apreensões)

por parte do consumidor e finalmente os estudos realizados com vista a perceber a influência dos diferentes sistemas de criação na composição lipídica do ovo.

2. Composição nutricional do ovo de galinha

Um ovo de tamanho médio (55 g) cru é constituído, segundo a Tabela da Composição dos Alimentos (TCA) (INSA, 2010), por aproximadamente 41,4 g de água, 7,2 g de proteína e 5,9 de lípidos, o que se traduz em aproximadamente 82 kcal.

Apesar da TCA indicar 0 g de hidratos de carbono (provavelmente por arredondamento), a base de dados dos EUA (disponível *online* através do *site* nutritiondata.self.com) refere, mais pormenorizadamente, 0,4 g num ovo deste peso (Nutritiondata.self.com, 2014). (**Figura 4**).

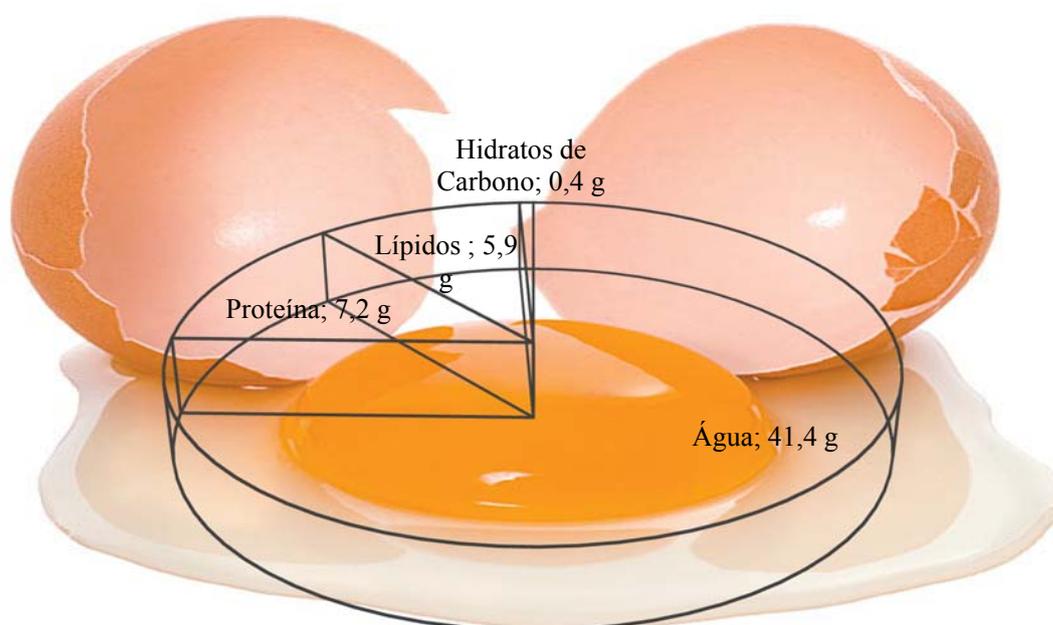


Figura 4. Composição em macronutrientes do ovo inteiro cru.

No que toca a vitaminas e minerais, destaca-se a vitamina D, com 1,7 μg (INSA, 2010) (34% do VRN (CE, 2011)), selénio, com cerca de 16 μg (Nutritiondata.self.com, 2014) (29 % do VRN) e fósforo, com 101 mg (INSA, 2010) (14% do VRN), fazendo 60% deste, parte integrante dos fosfolípidos. É também uma fonte considerável de ferro, zinco e colina.

A principal fracção dos lípidos da gema corresponde a triacilgliceróis (66%), a segunda a fosfolípidos (30%) e finalmente colesterol (4%) (Nys et al, 2011). A composição lipídica dos ovos, nomeadamente ao nível dos ácidos gordos que integram os triacilgliceróis e fosfolípidos, é influenciada por diversos factores (genéticos, idade e alimentação). A influência da dieta nestes nutrientes tem vindo a ser demonstrada por diversos autores (Naber, 1979; Hargis & Van Elswyk, 1993; Karsten et al 2010; Mugnai et al., 2014; Samman et al., 2008; Simopoulos & Salem Jr, 1989).

A função biológica das proteínas do ovo consiste, principalmente, na protecção do embrião (propriedades antimicrobianas e antivirais) dada a ausência de células imunitárias no ovo (Nys et al, 2011). Como alimento, o ovo consiste numa fonte económica deste macronutriente (cerca de 0,16 € por 10 g de proteína) visto que meia dúzia custa um valor aproximado a 0,74€. Esta é uma proteína de alto valor biológico, apresentando um PDCAAS apenas inferior ao do leite (Schaafsma, 2000). Podendo por isso ser um alimento útil e acessível na prevenção da sarcopénia induzida pelo envelhecimento (Beasley et al, 2013), ainda mais quando se verifica que cerca de 77,9% dos pensionistas de velhice em Portugal recebem um valor inferior ao salário mínimo nacional (PORDATA, 2013). Dada esta questão, também a vitamina D presente em razoável concentração no ovo, será importante na saúde da população mais idosa, visto ser uma vitamina cujos níveis fisiológicos tendem, devido a diversos factores, a diminuir com a idade (Baker et al, 1980).

Este alimento contém ainda carotenóides, responsáveis pela cor amarelada da gema (Nys et al, 2011). A zeaxantina e a luteína são dois dos principais carotenóides, fazendo parte de uma classe denominadas xantofilas (carotenóides que contêm um grupo

hidróxilo) (Nys et al, 2011), e são essenciais na saúde visual (Goodrow et al, 2006). Sendo relevantes na prevenção e até no tratamento da degeneração macular e cataratas (Bernstein & Hobbs, 2014). Um outro benefício do ovo, reportado recentemente, consiste na sua acção como potenciador da absorção de outros carotenóides, presentes em alimentos vegetais (Kim et al, 2015).

Também a sua acção ao nível da saciedade tem merecido destaque. Dada a composição nutricional do ovo, nomeadamente o seu elevado teor de proteína (macronutriente este conhecido por ter um efeito pronunciado na saciedade pós-prandial (Holt, Miller, Petocz, & Farmakalidis, 1995)), refeições que contenham este alimento traduzem-se numa menor variação plasmática de glucose e de insulina (devido também ao seu baixo índice glicémico) e levam a uma redução da ingestão energética nas refeições seguintes (Pombo-Rodrigues, Calame, & Re, 2011; Ratliff et al, 2010). A sua acção protectora na sarcopénia e na diminuição do risco de diabetes tipo II, deve-se também à elevada concentração de leucina no ovo (Nutritiondata.self.com, 2014) e ao papel que este aminoácido desempenha metabolicamente (Leenders & van Loon, 2011). Talvez também por isto, o ovo se apresenta como alimento de destaque em dietas onde se pretenda um aumento ou manutenção da massa magra, como é o caso dos atletas. Para além da leucina, o ovo contém os aminoácidos isoleucina e valina em considerável quantidade (1,5 g por ovo (Nutritiondata.self.com, 2014)), constituindo estes três, os aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA), usados frequentemente por atletas na forma de suplemento alimentar (Negro et al, 2008).

Apesar de alguns autores questionarem se a proporção destes aminoácidos no ovo é óptima (Riazi et al, 2003), estes são importantes para o atleta, pois conhece-se a sua acção na diminuição do dano muscular causado pelo exercício (Negro et al, 2008), aumento da síntese muscular (Blomstrand, Eliasson, Karlsson, & Kohnke, 2006) e também na regulação da resposta imune ao exercício (Negro et al, 2008). Como é possível de constatar, o ovo apresenta características nutricionais que são úteis desde o jovem atleta até ao idoso sedentário.

3. Principais factores envolvidos na apreensão ao consumo de ovos

Apesar dos benefícios que poderão advir do seu consumo, os ovos levantam actualmente algumas preocupações (ou apreensões) aos consumidores, sendo estas de vários tipos (essencialmente: nutricional, ética e bacteriológica) (Blair, 2012) (**Figura 5.**).

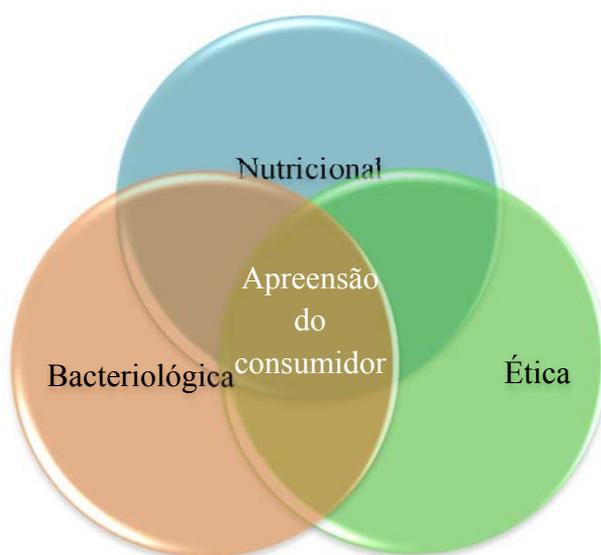


Figura 5. Principais factores envolvidos na apreensão do consumidor em relação aos ovos.

Considerando a preocupação nutricional, o colesterol. Este composto que fisiologicamente é de importância vital, sendo precursor dos sais biliares e de todas as hormonas esteróides, confere também estabilidade às membranas celulares de todas as células que compõem o nosso organismo (Raffy & Teissié, 1999).

Não obstante um elevado valor sérico de colesterol total ser um factor de risco para doenças cardiovasculares, sabe-se agora que o colesterol presente na dieta tem pouca expressão no colesterol sérico (Gray & Griffin, 2009). Nesta questão, alguns ácidos gordos saturados e *trans* presentes na dieta parecem influenciar em maior ordem o colesterol total sérico (Gray & Griffin, 2009). De referir ainda, que nem todos os ácidos

gordos saturados influenciam o metabolismo do colesterol da mesma forma, o ácido esteárico parece ter um efeito neutro nesta questão (Legrand & Rioux, 2010).

Aqui os ovos não se apresentam, à partida, como alimento a temer, visto que num ovo, 5,9 gramas correspondem a lípidos e a sua maioria são ácidos gordos monoinsaturados (2,1 g), 1,5 g correspondem a ácidos gordos saturados e cerca de 1,2 g são ácidos gordos polinsaturados (INSA, 2010). Sendo que dos 1,5 g de ácidos gordos saturados aproximadamente 0,4 g são ácido esteárico (Nutritiondata.self.com, 2014) (com efeito neutro no colesterol sérico). Para além disso, a esfingomiéline possui uma acção reguladora do colesterol, diminuindo a sua absorção ao nível do lúmen intestinal (Blesso, 2015).

Esta ideia é sustentada com evidência clínica. No trabalho de Greene e colegas (Greene et al, 2005), por exemplo, o consumo diário de três ovos durante um mês não alterou o rácio Colesterol total/HDL ou o LDL/HDL de 42 indivíduos idosos.. Porém, Eckel, no seu recente resumo acerca deste tema adverte para o consumo desmedido de fontes de colesterol alimentar (Eckel, 2015).

Outra das três preocupações principais do consumidor perante este alimento, é o da bactéria *Salmonella spp*, visto que as aves, para além dos bovinos, são os principais agentes disseminadores deste agente patogénico (Shinohara et al, 2008). Para além disso, a salmonela consegue contaminar os ovos sem causar uma doença visível nas aves (Guard-Petter, 2001), o que dificulta o controlo das contaminações.

Quando o alimento contaminado é consumido podem ocorrer intoxicações alimentares graves, geralmente causadas pela *S. enteritidis*. Os sintomas destas, como é comum a grande parte das intoxicações alimentares, consistem em diarreia, náuseas e vómitos (Nys et al, 2011). O seu contágio em ovos de diferentes sistemas de criação mantém-se como um tema controverso (Rakonjac, 2014; Bestman, 2005).

De forma a evitar a contaminação deve-se ter em atenção o estado dos ovos no momento da compra e do consumo, mantê-los refrigerados e evitar consumi-los no estado cru (CDC, 2011).

A terceira questão é de natureza ética. Muitos consumidores, motivados pelo bem-estar animal, optam por ovos produzidos por galinhas criadas em sistemas alternativos (ou seja, “no solo”, “ao ar livre” ou “biológicos”). Apesar da qualidade nutricional ser uma questão levantada neste projecto, existem factores que à partida beneficiam o (menos popular) sistema de criação em gaiolas, referidos de seguida. Neste sistema de criação, as galinhas têm menor contacto com os seus dejectos, com agentes patogénicos (como a colibacilose aviária (Guabiraba & Schouler, 2015) ou parasitas comuns, como os nematodes (Sherwin et al, 2013)) e predadores, para além de ser mais simples e barato para o produtor e, conseqüentemente, mais barato para o consumidor (Blair, 2012). Apesar de eticamente se justificar o consumo dos ovos “biológicos”, devido às melhores condições de vida dos animais, os produtores devem ter em consideração o meio que envolve as suas quintas e a alimentação e água fornecida aos animais, de forma a produzirem ovos toxicologicamente seguros.

4. Evidência epidemiológica e clínica do consumo de ovos.

No que respeita a estudos epidemiológicos, este alimento tem sido estudado abundantemente. Recentemente foi reportada, em homens finlandeses, a associação entre um maior consumo de ovos (cerca de um ovo por dia) e um menor risco de desenvolvimento de Diabetes *mellitus* tipo II (DMII) (Virtanen et al, 2015). Porém este é um tema controverso. Ou seja, existem estudos epidemiológicos que mostram um aumento do risco (Djousse et al, 2009; Radzevičienė & Ostrauskas, 2012), enquanto outros não encontram associação (Djousse et al, 2010, 2015; Itziar Zazpe et al, 2013), ou reportam mesmo, como anteriormente foi visto, uma diminuição do risco (Virtanen et al, 2015).

A evidência demonstra ainda que o consumo de um ovo por dia, não aumenta o risco de enfarte isquémico, apesar de estar reportado um aumento dos níveis séricos de N-óxido de trimetilamina em indivíduos que consumiam mais de dois ovos por dia (Qureshi et al, 2007), representando este composto um potencial factor de risco para doenças cardiovasculares (Miller et al, 2014). No entanto, a produção deste composto está dependente da microflora intestinal (Tang et al, 2013) e a evidência epidemiológica sobre o consumo de ovos e o risco de doença cardiovascular não apoia esta hipótese (F. B. Hu et al, 1999; Rong et al, 2013; Shin, Xun, Nakamura, & He, 2013; I Zazpe et al, 2011).

Os estudos indicam ainda que o consumo deve ser moderado em casos de patologia existente de DMII, pois poderá aumentar o risco para doenças cardíacas nesta população (F. B. Hu et al, 1999). Também neste assunto parece não existir consenso, visto que Ballesteros e colegas (Ballesteros et al, 2015) verificaram uma redução de um marcador plasmático de inflamação (TNF-alfa) e de AST, enzima indicadora de saúde hepática, em indivíduos diabéticos que consumiam diariamente (durante cinco semanas) um pequeno-almoço com um ovo, em comparação com papas de aveia. Não reportando diferenças noutros marcadores de controlo glicémico ou de risco cardiovascular.

Este facto é suportado também por Pearce e colegas (Pearce, Clifton, & Noakes, 2011) que verificaram que uma dieta hipoenergética e hiperproteica integrando dois ovos diários apresentou melhorias em alguns marcadores, principalmente na HDL, verificando-se uma pronunciada redução no rácio Colesterol total/HDL.

De forma a contribuir para esta discussão, Fuller e colegas (Fuller, Caterson, et al, 2015) publicaram um ensaio clínico aleatorizado e duplamente mascarado. Neste trabalho com três meses de intervenção, comparou-se uma dieta com elevado consumo de ovos (2 ovos/dia) versus uma dieta com baixo consumo de ovos (<2 ovos/dia) em indivíduos com DMII. Aqui foi concluído não existir diferenças entre as dietas no que toca aos lípidos séricos dos participantes.

Numa revisão sobre o tema, os autores referem que o ovo integrado numa dieta saudável, nomeadamente uma que seja consciente do ponto de vista da quantidade e qualidade dos ácidos gordos, não deverá ter efeitos negativos, podendo até constituir alterações benéficas (Fuller et al, 2015).

No que à associação deste alimento com o cancro diz respeito. Zeng e colegas (Zeng et al, 2015), ao realizarem recentemente uma meta-análise de 12 estudos observacionais, sugerem que o consumo de ovos poderá aumentar o risco de cancro dos ovários. O mesmo é suportado por outros estudos não incluídos nessa meta-análise (DA, 1985; Risch, Jain, Marrett, & Howe, 1994).

Outro estudo semelhante (Keum et al, 2015) verificou que o consumo elevado (consumo de cinco ou mais ovos por semana) estava associado a um risco (modestamente) mais elevado de cancro da mama, suspeitando também de uma associação positiva do cancro dos ovários e da próstata.

Têm sido levantadas algumas hipóteses acerca da plausibilidade biológica desta associação (**Figura 6.**). Uma hipótese será a formação de amins heterocíclicas quando os ovos são cozinhados (Layton et al, 1995) (tal como acontece com outros alimentos). Ainda assim, a sua formação está dependente do tipo de confecção e da gordura utilizada (Robbana-Barnat et al, 1996). A utilização de cozedura ou de microondas (Liao et al, 2012) ou a fritura em óleo de girassol ou margarina (Johansson, Fredholm, Bjerne, & Jägerstad, 1995) parecem ser as melhores estratégias para diminuir a formação destes compostos comprovadamente mutagénicos.

Outra hipótese será a possível influência do colesterol como co-carcinogénico (Cruse, Clark, & Lewin, 1979) nomeadamente quando consumido em elevadas quantidade (>500 mg/dia, o equivalente a pouco mais de dois ovos) (J. Hu et al, 2012; Järvinen, Knekt, Hakulinen, Rissanen, & Heliövaara, 2001). Porém este factor deverá ter principal relevância em cancros que envolvam o sistema gastrointestinal (Steinmetz & Potter, 1994).



Figura 6. Possíveis factores envolvidos na associação do ovo com doenças oncológicas.

Pirozzo e colegas (Pirozzo et al, 2002) referem também a possibilidade desta associação se dever à presença de resíduos organoclorados, nos ovos, provenientes de insecticidas utilizados na agricultura ou da actividade industrial. Estando estes possivelmente implicados no aumento do risco de certos tipos de cancros (Pestana et al, 2015; Xu et al, 2010).

Estes resíduos organoclorados, juntamente com os bifenilpoliclorados (mais popularmente PCB), são absorvidos maioritariamente (cerca de 95 %) pela alimentação.

Encontrando-se estes, dada à sua natureza química, na gordura alimentar de alimentos de origem animal, onde o ovo se encaixa.

Um dos compostos que faz parte deste grupo e que está implicado na contaminação dos ovos são as dioxinas, nomeadamente naqueles provenientes de criação “ao ar livre” e “biológica” (Schoeters & Hoogenboom, 2006; Vries, Kwakkel, & Kijlstra, 2006). Tratam-se de substâncias que agem como disruptores endócrinos ou EDC (*Endocrine Disrupting Chemicals*) (Gore et al, 2015), estes estão definidos como “químicos exógenos que interfiram com algum aspecto da acção hormonal”.

É preciso referir que, apesar de, no seu trabalho, De Vries (Vries et al, 2006) relatar que 25% das quintas de criação biológica destes animais na Holanda, produziam ovos com valores de dioxinas que excediam os padrões europeus, há que ter em conta que este factor está altamente dependente de questões como a densidade populacional e a actividade industrial próxima da quinta. Alguns países mais a norte na Europa, como a Alemanha, Bélgica e Holanda parecem estar mais susceptíveis a contaminações alimentares mais elevadas (Schoeters & Hoogenboom, 2006) do que o permitido pelo regulamento (CE) 2375/2001 (CE, 2001), que estipula os teores máximos de certos contaminantes presentes nos alimentos.

O caso da Bélgica foi agravado em 1999, pela contaminação accidental de uma reserva destinada ao fabrico de ração animal com uma fonte de dioxinas (Bernard et al, 2002). Logicamente, os animais que deambulam no exterior correm risco mais elevado de contaminação acentuada por substâncias poluentes (como dioxinas e furanos). Estes compostos acumulam-se nos solos principalmente, e vão sofrendo bioacumulação através da cadeia alimentar. As galinhas criadas em sistemas alternativos percorrem esses solos e consomem os insectos que lá existem, estando sujeitas a uma maior contaminação.

Coutinho e colegas (Coutinho, Mata, Pereira, & Borrego, 2004) da Universidade de Aveiro procuraram perceber qual a situação de Portugal neste âmbito. Para além de

elucidarem quanto ao termo “dioxinas”, cujo engloba um vasto número de compostos, procederam à sua análise, não só em diversas regiões, como em alguns alimentos (leite e ovos). Os autores verificaram que a região do Porto apresenta valores mais elevados (aproximadamente quatro vezes mais) que a região de Lisboa.

Nos ovos de galinha, os autores reportam valores elevados nos produzidos na região do Porto, não havendo infelizmente, dados sobre ovos da região de Lisboa. Porém, dado o encontrado nas análises aos solos já referidas, é bastante provável que os valores de dioxinas e furanos fossem bastante inferiores nos ovos produzidos na zona de Lisboa. O que estes dados permitem concluir é que, se na região do Porto os ovos não tiveram níveis superiores ao estabelecido no regulamento (CE) 2375/2001 (CE, 2001), então muito menos os produzidos na região de Lisboa ou de outras regiões menos industrializadas do país.

De forma a perceber melhor qual o cenário dos países do sul da Europa consultou-se a investigação de Luzardo e colegas (Luzardo et al, 2013), realizada nas ilhas Canárias, em Espanha. Aqui verificaram níveis muito baixos deste tipo de contaminantes organoclorados nas galinhas dos vários sistemas de produção.

Pode-se concluir então que embora se trate de uma questão problemática em alguns países do norte da Europa (Schoeters & Hoogenboom, 2006; Vries et al, 2006), o mesmo não acontece em países do sul deste continente (Coutinho et al, 2004; Luzardo et al, 2013).

É necessário ter em conta que a presença deste tipo de compostos na alimentação, em maior ou menor quantidade, deve ser vista como um dado adquirido na sociedade produtora em que vivemos, e que apesar das suas acções nefastas encontramos na alimentação compostos que nos permitem (até certo ponto) contrariar parte dessas acções, nomeadamente as substâncias antioxidantes (Poljšak & Fink, 2014).

O ovo tem vindo a ganhar algum destaque nesta questão, devido às proteínas presentes na clara (ovoalbumina e lisozima) e aos compostos presentes na gema (vitamina E e carotenóides) (Nimalaratne & Wu, 2015). Apesar de haver perdas dos últimos durante a confecção do ovo, estas são reduzidas, rondando os 12% (Nimalaratne et al, 2012).

5. Dieta dos animais e saúde humana

A composição dos tecidos animais (carne, leite e ovos) é influenciada pela composição da dieta dos respectivos animais (Nys et al, 2011; Tres, O'Neill, & van Ruth, 2011; Van Immerseel, 2011). Beynen (Beynen, 2004) decidiu investigar esta questão relativamente à composição de ácidos gordos do ovo de galinha. As galinhas foram então divididas em quatro grupos, consoante o ingrediente principal da sua dieta (dieta de referência, amendoim, feijão de soja ou sementes de linho).

Verificou-se que os ovos de galinhas alimentadas com amendoim continham mais AA (ácido gordo ómega-6) mas menos ácido alfa-linolénico e DHA (ácidos gordos ómega-3). Enquanto galinhas alimentadas com sementes de linho apresentavam os valores mais elevados de ácido alfa-linolénico (16 vezes mais que a dieta de referência), e os únicos a apresentar valores mensuráveis de EPA. Em comparação, os ovos provenientes da dieta de referência continham aproximadamente metade do DHA dos da dieta de sementes de linho (78 mg para 141 mg, respectivamente).

Estudos posteriores realizados neste alimento mostram uma manipulação dos ácidos gordos, mais concretamente um aumento, com recurso a óleo de peixe, porém com risco para as características sensoriais partir de certo ponto de incorporação (> 1,5%) (Woods & Fearon, 2009).

A influência da dieta das galinhas na composição de ácidos gordos dos respectivos ovos relatada por Beynen (Beynen, 2004), juntamente com o trabalho realizado por Leheska e colegas (Leheska et al, 2008) e do estudo semelhante mas realizado em porcos

(Muriel, Ruiz, Ventanas, & Antequera, 2002), onde se verificou uma maior concentração de ácidos gordos ómega-3 em carne de vaca (Leheska et al, 2008) e de porco (Muriel et al, 2002) quando os animais eram alimentados a pasto, conduzem, por um lado, para uma reflexão acerca da qualidade da alimentação prestada aos animais que consumimos e o efeito dessa na composição nutricional dos alimentos provenientes desse animal. Por outro lado, as implicações, a nível nutricional, que esses alimentos terão na saúde do consumidor. Particularmente quanto a uma questão que tem sido levantada, a do rácio de ácidos gordos ómega-6/ómega-3 da dieta humana actual (Simopoulos, 2006; Simopoulos, 2011; Simopoulos, 2008).

Apesar do consenso sobre o rácio óptimo ainda não ter sido atingido (Simopoulos, 2000), parece claro e consensual que o rácio actual de aproximadamente 16 está desproporcional e implicado em várias patologias, desde a obesidade à depressão (Simopoulos, 2006).

O AA (ácido gordo ómega-6) e os ácidos gordos ómega-3 (EPA,DHA e ácido alfa-linolénico) são os compostos a partir dos quais são produzidos os eicosanóides (incluem-se neste grupo as prostaglandinas e os leucotrienos), estando estes envolvidos nas respostas inflamatórias (Funk, 2001). Quando existe um consumo excessivo de ácidos gordos ómega-6 em relação aos ómega-3, irá levar a uma maior produção dos eicosanóides derivados do AA e por sua vez a uma maior resposta inflamatória. Opostamente, uma maior ingestão de ácidos gordos ómega-3 tem sido associada a um menor risco de doenças cardiovasculares, valores séricos baixos de triglicéridos, acção benéfica ao nível das arritmias cardíacas e inibição da agregação plaquetária (Chan & Cho, 2009) (**Figura 7**).

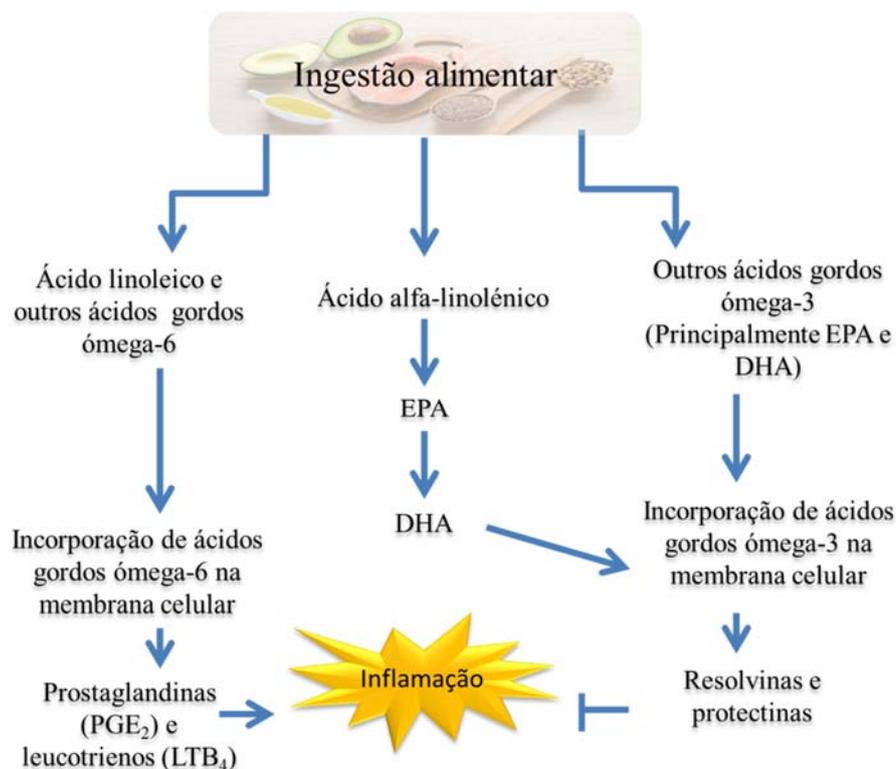


Figura 7. Função dos ácidos gordos ômega-6 e ômega-3 ingeridos na dieta, na inflamação. Adaptado de Ross *et al* (A. Catharine Ross, Benjamin Caballero, Robert J. Cousins, 2012).

A origem deste desequilíbrio, que se tem vindo a agravar nas últimas décadas, parece dever-se à revolução agrícola, quando os cereais (ricos em ácidos gordos ômega-6) se tornaram parte fulcral da dieta (Fredriksson, Elwinger, & Pickova, 2006) (**Tabela 1**). O mesmo aconteceu mais recentemente com a alimentação fornecida aos animais, particularmente a que é fornecida aos animais não ruminantes sujeitos a produção intensiva, como é o caso das galinhas no sistema convencional (em gaiolas), onde a ingestão de erva (rica em ácido alfa-linolénico (C18:3n-3) foi substituída por ração com elevado conteúdo em ácido linoleico (C18:2n-6), oleico (C18:1n-9) e ácidos gordos saturados (Lopez-Bote et al, 1998).

Tabela 1. Rácio ómega-6/ómega-3 em diferentes populações. Adaptado de Hamazaki e Okuyama (Hamazaki & Okuyama, 2001).

População	Rácio ómega-6/ómega-3
Paleolítico	0,79
Grécia (antes de 1960)	1,00-2,00
EUA	16,74
Reino Unido e Europa do Norte	15,00
Japão	4,00

Isto leva a crer que o conhecimento deste rácio nos alimentos, particularmente aqueles com uma componente lipídica relevante (como o ovo), seja um passo crucial para mitigar a prevalência das doenças referidas, resultantes, em grande parte, de uma inflamação crónica.

Havendo inclusive autores que associam esta questão com o aumento da incidência de autismo (van Elst et al, 2014) ou mesmo com a incidência de cancro (Gleissman, Johnsen, & Kogner, 2010) e transtornos psiquiátricos como a desordem bipolar e esquizofrenia (Patrick & Ames, 2015).

Com este rácio em mente McAfee e colegas (McAfee et al, 2011) decidiram estudar as implicações na saúde humana do consumo de carne oriunda de vacas de pasto. Verificaram então uma diminuição do rácio n-6/n-3 no sangue dos participantes, de 9,18 para 6,21.

Para concluir esta secção. Também o teor de colesterol varia com a alimentação das galinhas. Apesar da TCA referir, para um ovo médio, 224 mg de colesterol, existe evidência que relata valores na ordem dos 157 mg por ovo (Naviglio et al, 2012).

6. Vitamina D e o ovo.

A deficiência desta vitamina é comum, havendo relatos de 24,1% em adolescentes (Sonneville et al, 2012), 41,6% em adultos (Forrest & Stuhldreher, 2011) e 51% em idosos (Granic et al, 2014).

Também em relação a esta vitamina lipossolúvel o ovo de galinha demonstra evidências a seu favor. Este, para além de vitamina D₃ (colecalfiferol), possui também a sua forma parcialmente activada, 25-hidrocolecalfiferol, sendo inclusive a melhor fonte alimentar desta última (Browning & Cowieson, 2014). Esta apresenta cerca de cinco vezes a actividade da sua forma não hidróxilada (Browning & Cowieson, 2014).

Não obstante a principal fonte desta vitamina ser a exposição solar, a alimentação também pode ser uma fonte importante. Apesar da osteomalacia (ou raquitismo nas crianças) ser a mais conhecida consequência da deficiência desta vitamina, é necessário ter em conta as diversas funções fisiológicas onde esta vitamina participa, desde modulação de respostas do sistema imunitário, secreção de insulina e diferenciação e proliferação celular (Bender, 2003). Dada a importância fisiológica desta vitamina, a prevalência da sua deficiência por diversos factores e sendo o ovo uma das principais alimentares desta vitamina, será uma mais-valia perceber o que a evidência nos diz sobre este assunto.

A fortificação da dieta das galinhas com esta vitamina é uma forma eficaz de aumentar a sua concentração no ovo (Browning & Cowieson, 2014). Outra forma eficaz parece ser a criação de galinhas ao “ar livre” (Kühn et al, 2014) , para que assim estas possam sintetizar esta vitamina naturalmente.

Nesse estudo realizado por Kühn e colegas (Kühn et al, 2014), a concentração de vitamina D rondou os 14,3 µg por 100 g de gema. Visto que a gema de ovo tem aproximadamente 16 g (aferido laboratorialmente) então isso corresponderia a 2,3 µg por ovo, consideravelmente mais (35%) do que o reportado pela TCA (1,7 µg) (INSA, 2010).

Importante referir que apesar do VRN para a população adulta ser actualmente 5 µg, existem numerosos autores que referem valores mais altos para evitar a deficiência (Heaney & Holick, 2011; Vieth et al, 2007), especialmente quando a exposição solar não é óptima.

Existe também evidência, através de um estudo realizado em 54 crianças espanholas, que o consumo de pelo menos meio ovo por dia poderá ser uma forma eficaz de prevenir complicações relacionadas com a deficiência de vitamina D (Rodríguez-Rodríguez, et al 2014). Também um estudo caso-controlo (Bidgoli & Azarshab, 2014) em mulheres iranianas mostrou um efeito protector do ovo contra a incidência de cancro da mama (OR=0,232). O que parece dever-se ao potencial do consumo regular deste alimento levar a um melhor *status* de vitamina D sérica e de, conseqüentemente, um valor suficiente desta vitamina estar associado a uma menor incidência de cancro (Garland et al, 2006). O que contrasta com o verificado anteriormente, em que o consumo de ovos estava associado a este tipo de cancro (Keum et al, 2015).

Por fim, também em idosos Irlandeses, o consumo de ovos (> 3 ovos/ semana) foi um determinante de um melhor *status* de vitamina D (McCarroll et al, 2015).

De concluir então que estes valores de vitamina D encontrados em ovos de galinhas criadas “ao ar livre” (Kühn et al, 2015, 2014) e a relação dos ovos com valores de vitamina D superiores em crianças espanholas (Rodríguez-Rodríguez et al, 2014), mulheres iranianas (Bidgoli & Azarshab, 2014) e idosos irlandeses (McCarroll et al,

2015), sugerem que este alimento poderá ser um forte aliado contra esta epidemia nutricional.

7. Agricultura biológica: considerações e evidência

Dado que um dos sistemas alternativos de criação de galinhas é o biológico, segue-se uma contextualização do que envolve este tipo de agricultura e o tipo de evidência existente.

Segundo a IFOAM (International Federation of Organic Agricultural Movements), a agricultura biológica é um sistema de produção que promove a saúde dos solos, ecossistemas e pessoas (IFOAM, 2015). Actualmente, este tipo de agricultura representa 1% da produção agrícola global. Tem também mostrado a capacidade de manter solos com boa fertilidade (De Ponti et al, 2012)., característica essencial quando se fala em agricultura sustentável. Esta acaba por ter como principal desvantagem o seu menor rendimento (cerca de 20% menos que o modo convencional) (De Ponti et al, 2012).

A agricultura biológica promove uma maior responsabilidade e consciência ambiental tanto por parte do consumidor como do produtor. Para este efeito, a produção destes alimentos é livre da utilização de medicamentos, fertilizantes e alimentos sintéticos. Quando está envolvida a criação de animais, como é o caso da produção de ovos, existe uma vertente deste sistema que foca o livre deambular dos animais no exterior (Smith-Spangler et al, 2012).

A produção e aquisição destes produtos é uma das maiores tendências de mercado do nosso tempo (Allen & Kovach, 2000). Nos EUA foi estimado um valor de vendas próximo dos 27 mil milhões de dólares no ano de 2011, quase dez vezes mais do reportado em 1997 (Smith-Spangler et al, 2012). Em Portugal, só no ano de 2011 o aumento de área cultivada rondou os 60% (TVI24, 2012). Sendo que em 1998 a área destinada a agricultura biológica rondava os 0,3% e em 2011 esse número era próximo de 2,5 (PORDATA, 2015).

Com o aumento da procura e da oferta dos produtos oriundos deste tipo de agricultura aumenta a investigação relativamente à qualidade nutricional destes produtos e como estes se diferenciam dos convencionais.

Uma vez que a agricultura biológica restringe o uso de fertilizantes sintéticos e outros compostos desta natureza, existe a noção por grande parte da população que estes produtos são mais seguros (Williams & Hammitt, 2001). Baker e colegas (Baker et al, 2002) verificaram que os alimentos vegetais provenientes de agricultura biológica tinham menor probabilidade de conter pesticidas e, quando presentes, existiam em menor quantidade que nos seus pares convencionais..

Posteriormente, um trabalho publicado no *Environmental Health Perspectives* (Curl, Fenske, & Elgethun, 2003) teve como objectivo investigar os efeitos de uma dieta à base de produtos de origem biológica *versus* dieta com produtos convencionais, quanto à exposição a pesticidas em crianças em idade pré-escolar. Observou-se que as crianças inseridas no grupo da dieta com produtos biológicos (sumos, fruta e vegetais frescos) continham seis vezes menos metabolitos dos pesticidas em questão, na urina. Concluindo-se que a passagem para uma dieta à base de produtos biológicos, garante um efeito protector dramático e imediato no que toca à exposição a estes pesticidas

Nos alimentos de origem vegetal a qualidade toxicológica parece bem suportada, já quanto à qualidade nutricional os dados não parecem ser tão consistentes. Até ao ano de 2012, três revisões sistemáticas (Dangour et al, 2009, 2010; Smith-Spangler et al, 2012) pareciam deixar claro que, no que toca à composição nutricional, não existe vantagens em optar por alimentos de origem biológica. Ainda assim, a questão permaneceu. Em 2014 é publicada no *British Journal of Nutrition* (Barański et al, 2014) uma revisão sistemática mais ampla no número de estudos incluídos do que as referidas anteriormente. Nesta é atribuída uma maior capacidade antioxidante aos vegetais de origem biológica.

8. Resumo da evidência

Existem ainda, segundo alguns autores (Cooper et al, 2007), poucos estudos efectuados relativamente à qualidade nutricional de ovos provenientes de diferentes sistemas de criação. Porém o interesse e investigação relativamente à composição química de ovos de galinhas criadas em diferentes condições surgiu há mais de 40 anos no Reino Unido (Tolan et al, 1974). Aqui Tolan e colegas (Tolan et al, 1974) pretendiam analisar, não só a composição lipídica deste alimento, como também os demais macro e micronutrientes. Neste estudo os autores relatam 50% mais ácido fólico em galinhas criadas “ao ar livre” (60 µg/ kg de ovo *versus* 90 µg/ kg de ovo). Também a vitamina B12 apresentou maiores concentrações nos ovos de galinhas ao ar livre (29 µg/ kg de ovo contra 17 µg/ kg de ovo) ($P < 0,01$). Sendo estes dois compostos os que apresentaram maior variação entre grupos. No que à composição lipídica diz respeito, não houve diferenças significativas, sendo que os ácidos gordos ómega-3 não foram analisados.

Uns anos mais tarde ao trabalho anterior, Artemis Simopoulos e colegas estudaram os ovos originários de galinhas criadas num ambiente “ao ar livre” com uma dieta rica em pasto (com beldroega (*Portulaca oleracea*) e insectos) (Simopoulos & Salem Jr, 1989). As galinhas referidas produziam ovos com um perfil nutricional surpreendente, tendo um rácio de ómega-6/ómega-3 de 1,3. Em comparação com ovos de supermercado com um rácio de 19,4.

Vários autores estudaram recentemente esta questão (Anderson, 2011; Matt, Veromann, & Luik, 2009; Minelli et al, 2010; Mugnai et al., 2014; Samman et al., 2008) e alguns determinaram o rácio ómega-6/ómega-3 em ovos, tendo-se obtidos valores díspares e dependentes da alimentação da galinha (**Figura 8.**) evidenciando no entanto (de uma forma geral), as melhores razões para os ovos provenientes da agricultura biológica. Os ovos de galinhas criadas “ao ar livre” relataram (tendencialmente) valores de lípidos

totais e ácidos gordos mono e polinsaturados preferíveis, em relação aos das galinhas criadas em gaiolas.

Isto também se devem às diferenças significativas nos valores da concentração de DHA (**Figura 9**). Também o ácido palmítico, principal ácido gordo saturado do ovo mostra variação consoante o tipo de criação (**Figura 10**).

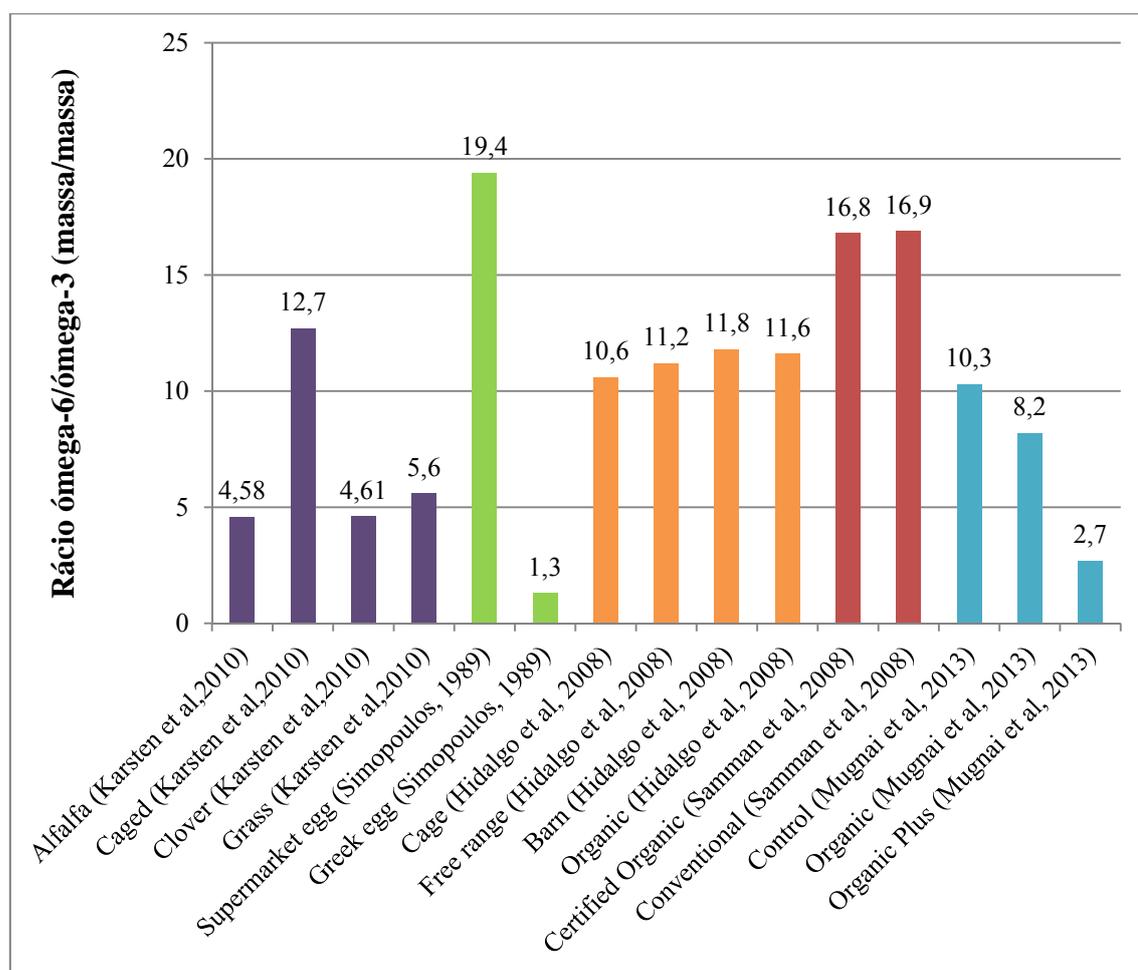


Figura 8. Rácio ômega-6/ômega-3 de ovos relatado em diferentes estudos

Análise da composição lipídica de ovos de galinha (*Gallus gallus domesticus*) oriundos de diferentes tipos de criação: revisão do tema

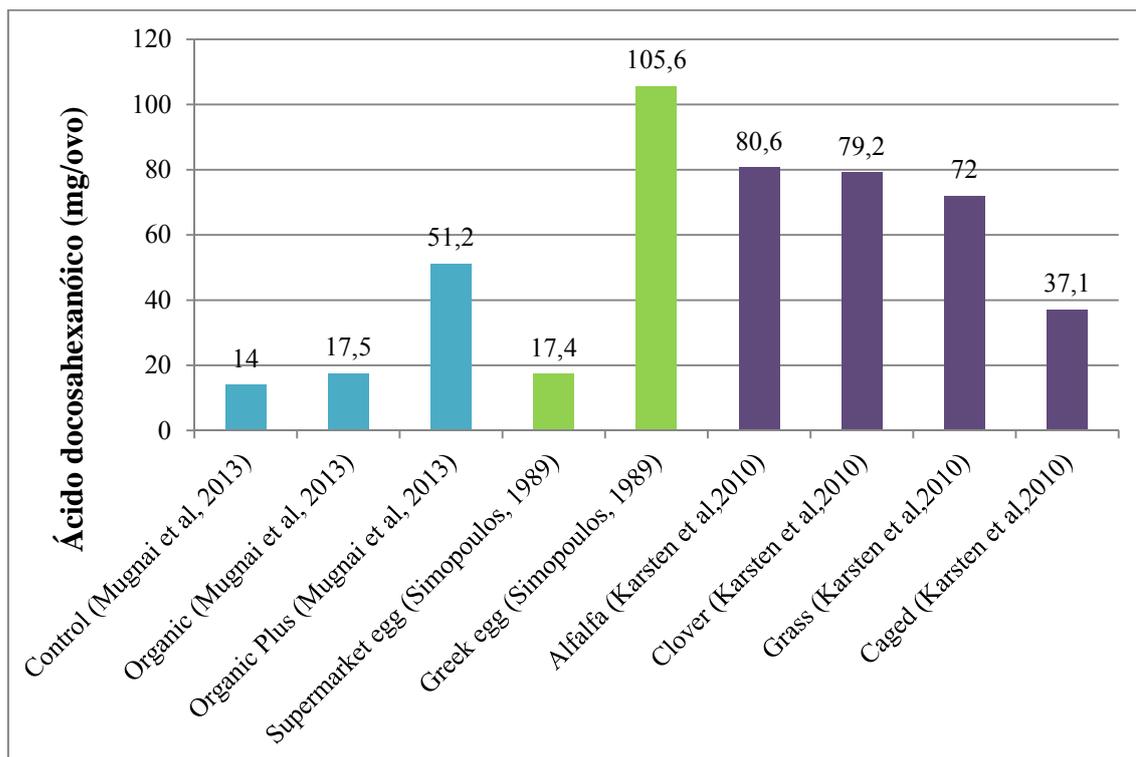


Figura 9. Concentração de DHA (C22:6n-3) relatada em vários estudos.

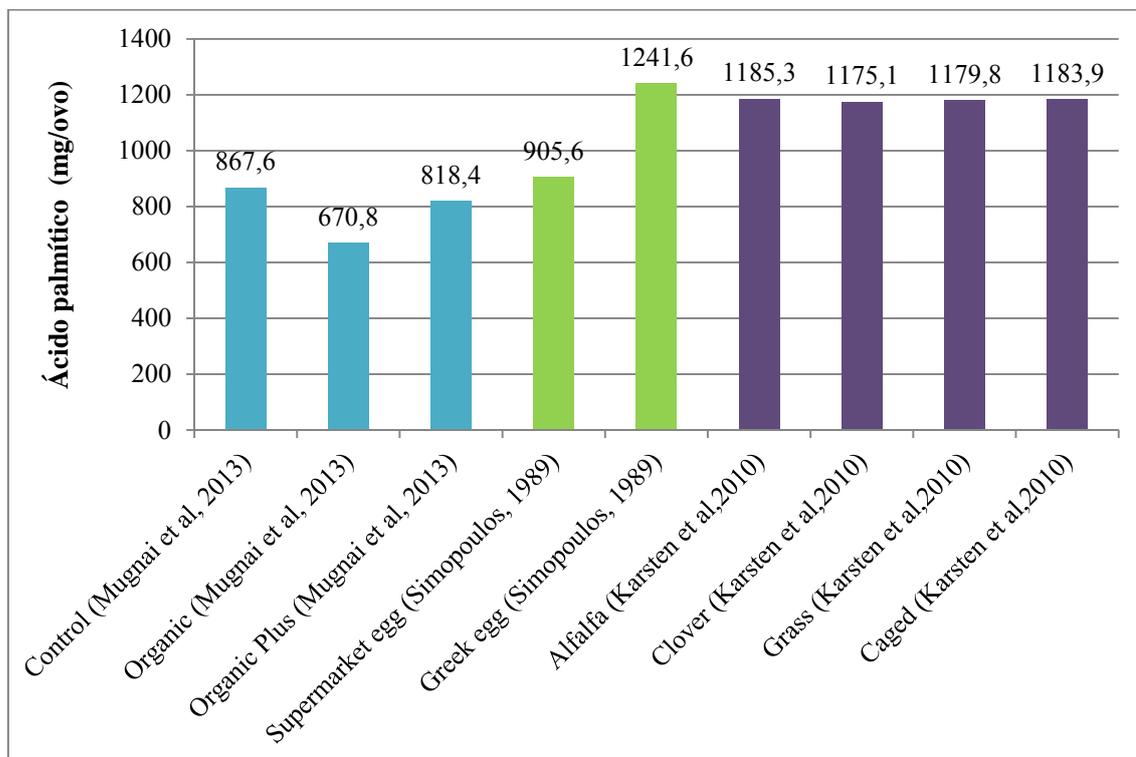


Figura 10: Concentrações de ácido palmítico (C16:0) relatada em diferentes estudos.

Apesar da evidência recente (Gray & Griffin, 2009) mostrar uma importância nutricional secundária, nomeadamente quanto ao potencial de elevar o colesterol sérico, o colesterol alimentar, não deixa de ser um factor importante na aquisição deste alimento por parte do consumidor. Visto isto, o gráfico seguinte (**Figura 11.**)

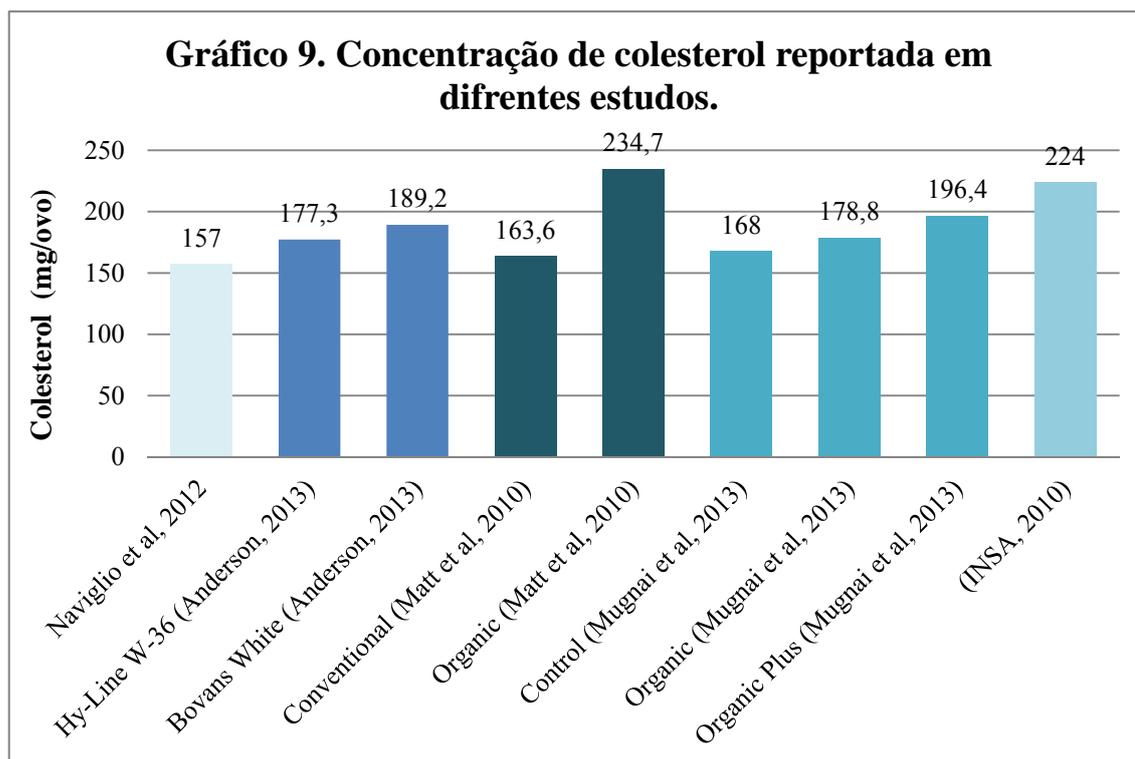


Figura 11: Concentração de colesterol relatada em diferentes estudos.

Também o teor de algumas vitaminas apresenta diferenças consoante o tipo de avicultura praticado. Karsten e colegas (Karsten et al., 2010) referiram que os ovos de galinhas alimentadas a pasto possuíam uma concentração de vitamina A 38% maior, em média, que o grupo das galinhas de criação convencional ($P<0,05$), e também o dobro de vitamina E ($P<0,05$). Em contrapartida estas galinhas de pasto continham também uma menor produção de ovos.

Foi relatado também uma elevada concentração de alfa-tocoferol (vitamina E), carotenóides e flavonóides nas galinhas dos dois grupos biológicos do trabalho de Mugnai e colegas (Mugnai et al., 2014). Porém, foi nas galinhas criadas em gaiolas no trabalho de Matt e colegas (Matt et al., 2009) que os valores foram maiores.

O alfa-tocoferol é um composto que pode ser útil de determinar nos ovos. Pois, para além das galinhas apresentarem uma elevada capacidade de transferir alfa-tocoferol, da alimentação para os seus ovos, esta vitamina lipossolúvel, garante também uma melhor estabilidade aos lípidos presentes na gema, principalmente os mais susceptíveis a oxidação (polinsaturados) (Mugnai et al, 2014) (**Figura 12.**).

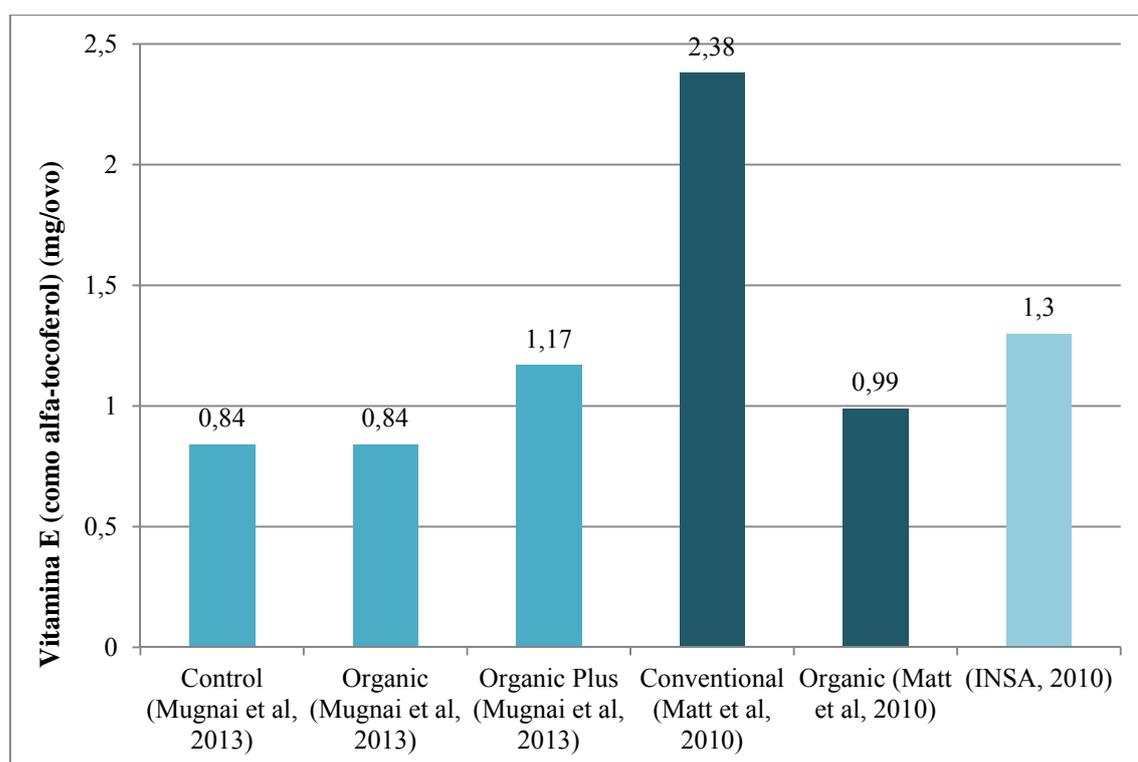


Figura 12. Concentração de vitamina E (tocoferol) relatada em vários estudos.

Valores contrastantes surgem também em relação à vitamina D (**Figura 13.**), mostrando que a fortificação da ração (Matt et al., 2009) possibilita valores próximos da criação “ao ar livre”.

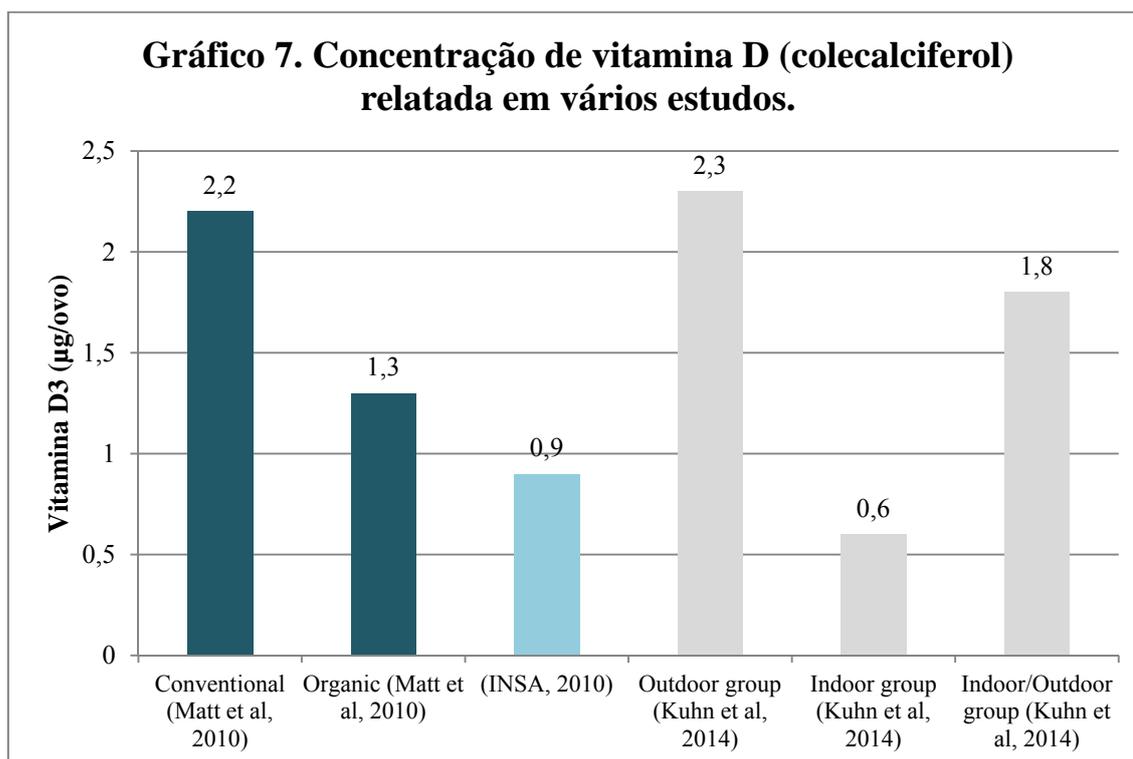


Figura 13. Concentração de vitamina D (coleciferol) relatada em vários estudos.

9. Conclusão

Com os dados actuais parece ser evidente que o sistema de criação por si só não permite garantir uma composição óptima. É necessário ter em conta o tipo de alimentação que é disponibilizado aos animais, assim como a localização do local de criação.

Tendo ficado no entanto claro, que um factor determinante para uma diferenciação entre sistemas de produção estudados e a produção de ovos com um melhor perfil nutricional, é a ingestão de pasto. No entanto, os estudos analisados, levam a crer que os ovos de sistemas alternativos têm realmente uma qualidade nutricional superior, ou que pelo menos existe uma tendência nesse sentido.

Esta temática, como muitas existentes na investigação científica e, principalmente, aqueles que merecem ser mais avidamente estudadas, apresenta resultados contrastantes. Permanece agora a ideia que uma melhor composição de ácidos gordos, isto é, um mais baixo rácio ómega-6/ómega-3, só é garantido nos ovos designados “ómega-3” ou “enriquecidos com ómega-3”. Estes ovos existem também no mercado

português, sendo geralmente de produção “em gaiolas” (3) ou “no solo” (2). Nestes, a única diferença consiste na alimentação com fontes de ácido alfa-linolénico (como a linhaça) ou suplementação com fontes de EPA e DHA.

É sabido que as galinhas que tenham acesso a erva abundante (Karsten et al, 2010; Mugnai et al, 2014; Simopoulos & Salem Jr, 1989) e luz solar durante cerca de 5 horas por dia (Kühn et al, 2015) poderão maximizar a composição nutricional dos seus ovos e fornecer um alimento realmente riquíssimo neste sentido. Ficando agora no poder do consumidor, a escolha entre melhor composição, melhor bem-estar animal ou nenhum dos dois.

10. Bibliografia

- A. Catharine Ross, Benjamin Caballero, Robert J. Cousins, K. L. T. and T. R. Z. (2012). *Modern nutrition in health and disease* (11th ed., p. 1648). Lippincott Williams & Wilkins.
- Allen, P., & Kovach, M. (2000). The capitalist composition of organic: The potential of markets in fulfilling the promise of organic agriculture. *Agriculture and Human Values*, 17(3), 221–232. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1023/A:1007640506965> <http://www.springerlink.com.proxy1.lib.umanitoba.ca/content/v44t1v72r6238612/fulltext.pdf>
- Almeida, J. C. De, Perassolo, M. S., Camargo, J. L., Bragagnolo, N., & Gross, J. L. (2006). Fatty acid composition and cholesterol content of beef and chicken meat in Southern Brazil, 42.
- Anderson, K. E. (2011). Comparison of fatty acid, cholesterol, and vitamin A and E composition in eggs from hens housed in conventional cage and range production facilities. *Poultry Science*, 90, 1600–8. doi:10.3382/ps.2010-01289
- Baker, B. P., Benbrook, C. M., Groth, E., & Lutz Benbrook, K. (2002). Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM)-grown and organic foods: insights from three US data sets. *Food Additives and Contaminants*, 19, 427–446. doi:10.1080/02652030110113799
- Baker, M. R., Peacock, M., & Nordin, B. E. (1980). The decline in vitamin D status with age. *Age and Ageing*, 9, 249–252.

- Ballesteros, M., Valenzuela, F., Robles, A., Artalejo, E., Aguilar, D., Andersen, C., ... Fernandez, M. (2015). One Egg per Day Improves Inflammation when Compared to an Oatmeal-Based Breakfast without Increasing Other Cardiometabolic Risk Factors in Diabetic Patients. *Nutrients*, 7, 3449–3463. doi:10.3390/nu7053449
- Barański, M., Srednicka-Tober, D., Volakakis, N., Seal, C., Sanderson, R., Stewart, G. B., ... Leifert, C. (2014). Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. *The British Journal of Nutrition*, 1–18. doi:10.1017/S0007114514001366
- Beasley, J. M., Shikany, J. M., & Thomson, C. A. (2013). The role of dietary protein intake in the prevention of sarcopenia of aging. *Nutrition in Clinical Practice : Official Publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*, 28, 684–90. doi:10.1177/0884533613507607
- Bender, D. (2003). *Nutritional Biochemistry of the Vitamins (2nd ed.)*. doi:10.1016/0306-3623(93)90248-V
- Bernard, A., Broeckaert, F., De Poorter, G., De Cock, A., Hermans, C., Saegerman, C., & Houins, G. (2002). The Belgian PCB/dioxin incident: analysis of the food chain contamination and health risk evaluation. *Environmental Research*, 88(1), 1–18.
- Bernstein, P., & Hobbs, R. (2014). Nutrient supplementation for age-related macular degeneration, cataract, and dry eye. *Journal of Ophthalmic and Vision Research*, 9, 487. doi:10.4103/2008-322X.150829
- Bestman, M. (2005). Welfare in outdoor poultry and strategies to keep them healthy. *Proceedings of European Workshop for Scientists, Farmers, Environmental Specialists, Policymakers and Consumer Organisations—Should Hens Be Kept Outside*. Retrieved from <http://www.archief.verantwoordeveehouderij.nl/home/Agenda/outdoorpoultry/documents/Bestman.pdf>
- Beynen, A. C. (2004). Fatty acid composition of eggs produced by hens fed diets containing groundnut, soya bean or linseed. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 52(1), 3–10.
- Bidgoli, S. A., & Azarshab, H. (2014). Role of vitamin D deficiency and lack of sun exposure in the incidence of premenopausal breast cancer: a case control study in Sabzevar, Iran. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention : APJCP*, 15, 3391–6. doi:10.7314/APJCP.2014.15.8.3391
- Blair, R. (2012). *Organic Production and Food Quality : A Down to Earth Analysis* (First., p. 296). Wiley-Blackwell. Retrieved from <http://ezproxy.nmit.vic.edu.au/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,cookie,url,uid&db=nlebk&AN=407825&site=ehost-live>

- Blesso, C. (2015). Egg Phospholipids and Cardiovascular Health. *Nutrients*, 7, 2731–2747. doi:10.3390/nu7042731
- Blomstrand, E., Eliasson, J., Karlsson, H. K., & Kohnke, R. (2006). Branched-chain amino acids activate key enzymes in protein synthesis after physical exercise. *J Nutr*, 136, 269S–73S. doi:136/1/269S [pii]
- Browning, L. C., & Cowieson, A. J. (2014). Vitamin D fortification of eggs for human health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94, 1389–96. doi:10.1002/jsfa.6425
- CDC. (2011). Tips to Reduce Your Risk of Salmonella from Eggs. Retrieved October 15, 2015, from <http://www.cdc.gov/features/salmonellaeggs/>
- CE. (n.d.-a). DIRECTIVA 1999/74/CE DO CONSELHO de 19 de Julho de 1999. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:203:0053:0057:PT:PDF>
- CE. (n.d.-b). REGULAMENTO (CE) N. o 1804/1999 DO CONSELHO de 19 de Julho de 1999. Retrieved from <http://www.proder.pt/ResourcesUser/Legisla%C3%A7%C3%A3o/Comunit%C3%A1ria/Regulamenton%C2%BA1804-99.pdf>
- CE. (n.d.-c). Regulamento (CEE) nº 2092/91 do Conselho, de 24 de Junho de 1991, relativo ao modo de produção biológico de produtos agrícolas e à sua indicação nos produtos agrícolas e nos géneros alimentícios. Retrieved August 10, 2015, from <http://www.proder.pt/ResourcesUser/Legisla%C3%A7%C3%A3o/Comunit%C3%A1ria/Regulamenton%C2%BA2092-91.pdf>
- CE. (2001). REGULAMENTO (CE) Nº 2375/2001. Retrieved October 7, 2015, from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001R2375&from=PT>
- CE. (2011). REGULAMENTO (UE) Nº 1169/2011 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:304:0018:0063:PT:PDF>
- Chan, E. J., & Cho, L. (2009). What can we expect from omega-3 fatty acids? *Cleve Clin J Med*, 76, 245–251. doi:76/4/245 [pii]r10.3949/ccjm.76a.08042
- Cooper, J., Leifert, C., & Niggli, U. (2007). *Handbook of organic food safety and quality*. Elsevier.
- Coutinho, M., Mata, P., Pereira, M., & Borrego, C. (2004). Níveis ambientais e biológicos de dioxinas e furanos em Portugal. *Revista de Faculdade de Medicina de Lisboa*, 285–292.

- Cruse, P., Clark, C., & Lewin, M. (1979). DIETARY CHOLESTEROL IS CO-CARCINOGENIC FOR HUMAN COLON CANCER. *The Lancet*, 313(8119), 752–755. doi:10.1016/S0140-6736(79)91209-1
- Curl, C. L., Fenske, R. A., & Elgethun, K. (2003). Organophosphorus pesticide exposure of urban and suburban preschool children with organic and conventional diets. *Environmental Health Perspectives*, 111, 377–82. doi:10.1289/ehp.5754
- DA, S. (1985). Diet and ovarian cancer. *JAMA*, 254(3), 356–357. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1001/jama.1985.03360030046006>
- Dangour, A. D., Dodhia, S. K., Hayter, A., Allen, E., Lock, K., & Uauy, R. (2009). Nutritional quality of organic foods: a systematic review. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 90(3), 680–5. doi:10.3945/ajcn.2009.28041
- Dangour, A. D., Lock, K., Hayter, A., Aikenhead, A., Allen, E., & Uauy, R. (2010). Nutrition-related health effects of organic foods: a systematic review. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 92, 203–210. doi:10.3945/ajcn.2010.29269.1
- De Ponti, T., Rijk, B., & Van Ittersum, M. K. (2012). The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems*, 108, 1–9. doi:10.1016/j.agry.2011.12.004
- Decreto-Lei n.º 72-F/2003 de 14 de Abril. (2003). Retrieved September 10, 2015, from http://www.drapc.min-agricultura.pt/drapc/servicos/licenciamento/files/decreto_72_f_2003.pdf
- Djousse, L., Gaziano, J. M., Buring, J. E., & Lee, I.-M. (2009). Egg Consumption and Risk of Type 2 Diabetes in Men and Women. *Diabetes Care*, 32, 295–300. doi:10.2337/dc08-1271.
- Djoussé, L., Kamineni, A., Nelson, T. L., Carnethon, M., Mozaffarian, D., Siscovick, D., & Mukamal, K. J. (2010). Egg consumption and risk of type 2 diabetes in older adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 92, 422–7. doi:10.3945/ajcn.2010.29406
- Djoussé, L., Petrone, A. B., Hickson, D. A., Talegawkar, S. A., Dubbert, P. M., Taylor, H., & Tucker, K. L. (2015). Egg consumption and risk of type 2 diabetes among African Americans: The Jackson Heart Study. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*. doi:10.1016/j.clnu.2015.04.016
- EC, N. (1979). The Effect of Nutrition on the Composition of Eggs. *Poultry Science*, 58(3), 518–528. Retrieved from <http://ps.oxfordjournals.org/content/58/3/518.short>

- Eckel, R. H. (2015). Eggs and beyond: is dietary cholesterol no longer important? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 102(2), 235–236. Retrieved from <http://ajcn.nutrition.org/content/102/2/235.long>
- Elmadfa, I., & Meyer, a L. (2010). Importance of food composition data to nutrition and public health. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64 Suppl 3, S4–7. doi:10.1038/ejcn.2010.202
- Forrest, K. Y. Z., & Stuhldreher, W. L. (2011). Prevalence and correlates of vitamin D deficiency in US adults. *Nutrition Research*, 31, 48–54. doi:10.1016/j.nutres.2010.12.001
- Fredriksson, S., Elwinger, K., & Pickova, J. (2006). Fatty acid and carotenoid composition of egg yolk as an effect of microalgae addition to feed formula for laying hens. *Food Chemistry*, 99, 530–537. doi:10.1016/j.foodchem.2005.08.018
- Fuller, N. R., Caterson, I. D., Sainsbury, A., Denyer, G., Fong, M., Gerofi, J., ... Markovic, T. P. (2015). The effect of a high-egg diet on cardiovascular risk factors in people with type 2 diabetes: the Diabetes and Egg (DIABEGG) study—a 3-month randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101, 705–713. doi:10.3945/ajcn.114.096925
- Fuller, N. R., Sainsbury, A., Caterson, I. D., & Markovic, T. P. (2015). Egg Consumption and Human Cardio-Metabolic Health in People with and without Diabetes. *Nutrients*, 7(9), 7399–7420. doi:10.3390/nu7095344
- Funk, C. D. (2001). Prostaglandins and leukotrienes: advances in eicosanoid biology. *Science*, 294, 1871–5. doi:10.1126/science.294.5548.1871
- Garland, C. F., Garland, F. C., Gorham, E. D., Lipkin, M., Newmark, H., Mohr, S. B., & Holick, M. F. (2006). The role of vitamin D in cancer prevention. *American Journal of Public Health*, 96, 252–61. doi:10.2105/AJPH.2004.045260
- Gleissman, H., Johnsen, J. I., & Kogner, P. (2010). Omega-3 fatty acids in cancer, the protectors of good and the killers of evil? *Experimental Cell Research*, 316, 1365–1373. doi:10.1016/j.yexcr.2010.02.039
- Goodrow, E. F., Wilson, T. a, Houde, S. C., Vishwanathan, R., Scollin, P. a, Handelman, G., & Nicolosi, R. J. (2006). Consumption of one egg per day increases serum lutein and zeaxanthin concentrations in older adults without altering serum lipid and lipoprotein cholesterol concentrations. *The Journal of Nutrition*, 136, 2519–24. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16988120>
- Gore, A. C., Chappell, V. A., Fenton, S. E., Flaws, J. A., Nadal, A., Prins, G. S., ... Zoeller, R. T. (2015). Executive Summary to EDC-2: The Endocrine Society's

Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. *Endocrine Reviews*, er.2015–1093. doi:10.1210/er.2015-1093

- Granic, a., Hill, T. R., Kirkwood, T. B. L., Davies, K., Collerton, J., Martin-Ruiz, C., ... Jagger, C. (2014). Serum 25-hydroxyvitamin D and cognitive decline in the very old: The Newcastle 85+ Study. *European Journal of Neurology*, 25, 1–11. doi:10.1111/ene.12539
- Gray, J., & Griffin, B. (2009). Eggs and dietary cholesterol - dispelling the myth. *Nutrition Bulletin*, 34, 66–70. doi:10.1111/j.1467-3010.2008.01735.x
- Greene, C. M., Zern, T. L., Wood, R. J., Shrestha, S., Aggarwal, D., Sharman, M. J., ... Fernandez, M. L. (2005). Maintenance of the LDL cholesterol:HDL cholesterol ratio in an elderly population given a dietary cholesterol challenge. *The Journal of Nutrition*, 135, 2793–2798. doi:135/12/2793 [pii]
- Guabiraba, R., & Schouler, C. (2015). Avian colibacillosis: still many black holes. *FEMS Microbiology Letters*, 362(15). Retrieved from <http://femsle.oxfordjournals.org/content/362/15/fnv118.abstract>
- Guard-Petter, J. (2001). The chicken, the egg and Salmonella enteritidis. *Environmental Microbiology*, 3, 421–430. doi:10.1046/j.1462-2920.2001.00213.x
- Hamazaki, T., & Okuyama, H. (2001). *Fatty acids and lipids: New findings* (1st ed., Vol. 4). Karger Medical and Scientific Publishers.
- Hargis, P. S., & Van Elswyk, M. . (1993). Manipulating the fatty acid composition of poultry meat and eggs for the health conscious consumer. *World's Poultry Science Journal*, 3, 251–264. doi:10.1079/WPS19930023
- Heaney, R. P., & Holick, M. F. (2011). Why the IOM recommendations for vitamin D are deficient. *Journal of Bone and Mineral Research*, 26, 455–457. doi:10.1002/jbmr.328
- Holt, S. H., Miller, J. C., Petocz, P., & Farmakalidis, E. (1995). A satiety index of common foods. *European Journal of Clinical Nutrition*, 49, 675–690. doi:10.3109/03008207.2013.862527
- Hu, F. B., Stampfer, M. J., Rimm, E. B., Manson, J. E., Ascherio, A., Colditz, G. a, ... Willett, W. C. (1999). A prospective study of egg consumption and risk of cardiovascular disease in men and women. *JAMA : The Journal of the American Medical Association*, 281, 1387–1394. doi:10.1001/jama.281.15.1387
- Hu, J., La Vecchia, C., de Groh, M., Negri, E., Morrison, H., Mery, L., ... Le, N. (2012). Dietary cholesterol intake and cancer. *Annals of Oncology*, 23, 491–500. doi:10.1093/annonc/mdr155

- IFOAM. (n.d.). Definition of Organic Agriculture. Retrieved October 16, 2015, from http://infohub.ifoam.bio/sites/default/files/page/files/doa_portuguese.pdf
- INSA. (2010). Tabela da composição dos alimentos portuguesa - Ovo (de galinha) inteiro cru. Retrieved October 13, 2015, from <http://www.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/AlimentNutricao/AplicacoesOnline/TabelaAlimentos/PesquisaOnline/Paginas/DetalleAlimento.aspx?ID=IS083>
- Järvinen, R., Knekt, P., Hakulinen, T., Rissanen, H., & Heliövaara, M. (2001). Dietary fat, cholesterol and colorectal cancer in a prospective study. *British Journal of Cancer*, *85*, 357–361. doi:10.1054/bjoc.2001.1906
- Johansson, M. A. E., Fredholm, L., Bjerne, I., & Jägerstad, M. (1995). Influence of frying fat on the formation of heterocyclic amines in fried beefburgers and pan residues. *Food and Chemical Toxicology*, *33*, 993–1004. doi:10.1016/0278-6915(95)00074-7
- Karsten, H. D., Patterson, P. H., Stout, R., & Crews, G. (2010). Vitamins A, E and fatty acid composition of the eggs of caged hens and pastured hens. *Renewable Agriculture and Food Systems*, *25*, 45. doi:10.1017/S1742170509990214
- Keum, N., Lee, D. H., Marchand, N., Oh, H., Liu, H., Aune, D., ... Giovannucci, E. L. (2015). Egg intake and cancers of the breast, ovary and prostate: a dose–response meta-analysis of prospective observational studies. *British Journal of Nutrition*, *114*(07), 1099–1107.
- Kim, J. E., Gordon, S. L., Ferruzzi, M. G., & Campbell, W. W. (2015). Effects of egg consumption on carotenoid absorption from co-consumed, raw vegetables. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *102*, 75–83. doi:10.3945/ajcn.115.111062
- Kühn, J., Schutkowski, A., Hirche, F., Baur, A. C., Mielenz, N., & Stangl, G. I. (2015). Non-linear increase of vitamin D content in eggs from chicks treated with increasing exposure times of ultraviolet light. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, *148*, 7–13. doi:10.1016/j.jsbmb.2014.10.015
- Kühn, J., Schutkowski, A., Kluge, H., Hirche, F., & Stangl, G. I. (2014). Free-range farming: a natural alternative to produce vitamin D-enriched eggs. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, *30*, 481–4. doi:10.1016/j.nut.2013.10.002
- Layton, D. W., Bogen, K. T., Knize, M. G., Hatch, F. T., Johnson, V. M., & Felton, J. S. (1995). Cancer risk of heterocyclic amines in cooked foods: an analysis and implications for research. *Carcinogenesis*, *16*, 39–52. doi:10.1093/carcin/16.1.39
- Leenders, M., & van Loon, L. J. C. (2011). Leucine as a pharmaconutrient to prevent and treat sarcopenia and type 2 diabetes. *Nutrition Reviews*, *69*, 675–89. doi:10.1111/j.1753-4887.2011.00443.x

- Legrand, P., & Rioux, V. (2010). The complex and important cellular and metabolic functions of saturated fatty acids. *Lipids*, *45*, 941–946. doi:10.1007/s11745-010-3444-x
- Leheska, J. M., Thompson, L. D., Howe, J. C., Hentges, E., Boyce, J., Brooks, J. C., ... Miller, M. F. (2008). Effects of conventional and grass-feeding systems on the nutrient composition of beef. *Journal of Animal Science*, *86*, 3575–3585. doi:10.2527/jas.2007-0565
- Liao, G. Z., Wang, G. Y., Zhang, Y. J., Xu, X. L., & Zhou, G. H. (2012). Formation of heterocyclic amines during cooking of duck meat. *Food Additives & Contaminants: Part A*, *29*, 1668–1678. doi:10.1080/19440049.2012.702928
- Lopez-Bote, C. ., Sanz Arias, R., Rey, A. ., Castaño, A., Isabel, B., & Thos, J. (1998). Effect of free-range feeding on n–3 fatty acid and α -tocopherol content and oxidative stability of eggs. *Animal Feed Science and Technology*, *72*(1-2), 33–40. doi:10.1016/S0377-8401(97)00180-6
- Luzardo, O. P., Rodríguez-Hernández, Á., Quesada-Tacoronte, Y., Ruiz-Suárez, N., Almeida-González, M., Henríquez-Hernández, L. A., ... Boada, L. D. (2013). Influence of the method of production of eggs on the daily intake of polycyclic aromatic hydrocarbons and organochlorine contaminants: an independent study in the Canary Islands (Spain). *Food and Chemical Toxicology*, *60*, 455–462.
- Matt, D., Veromann, E., & Luik, A. (2009). Effect of housing systems on biochemical composition of chicken eggs. *Agronomy Research*, *7*(2), 662–667.
- McAfee, a J., McSorley, E. M., Cuskelly, G. J., Fearon, a M., Moss, B. W., Beattie, J. a M., ... Strain, J. J. (2011). Red meat from animals offered a grass diet increases plasma and platelet n-3 PUFA in healthy consumers. *The British Journal of Nutrition*, *105*, 80–89. doi:10.1017/S0007114510003090
- McCarroll, K., Beirne, A., Casey, M., McNulty, H., Ward, M., Hoey, L., ... Strain, J. J. (2015). Determinants of 25-hydroxyvitamin D in older Irish adults. *Age and Ageing*.
- Miller, C. a, Corbin, K. D., da Costa, K.-A., Zhang, S., Zhao, X., Galanko, J. a, ... Zeisel, S. H. (2014). Effect of egg ingestion on trimethylamine-N-oxide production in humans: a randomized, controlled, dose-response study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1–9. doi:10.3945/ajcn.114.087692
- Minelli, G., Sirri, F., Folegatti, E., Meluzzi, A., & Franchini, A. (2010). Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. *Italian Journal of Animal Science*, *6*(1s), 728–730.
- Mugnai, C., Sossidou, E. N., Dal Bosco, A., Ruggeri, S., Mattioli, S., & Castellini, C. (2014). The effects of husbandry system on the grass intake and egg nutritive

- characteristics of laying hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *94*, 459–467. doi:10.1002/jsfa.6269
- Muriel, E., Ruiz, J., Ventanas, J., & Antequera, T. (2002). Free-range rearing increases (n-3) polyunsaturated fatty acids of neutral and polar lipids in swine muscles. *Food Chemistry*, *78*, 219–225. doi:10.1016/S0308-8146(01)00401-0
- Naviglio, D., Gallo, M., Grottaglie, L. Le, Scala, C., Ferrara, L., & Santini, A. (2012). Determination of cholesterol in Italian chicken eggs. *Food Chemistry*, *132*, 701–708. doi:10.1016/j.foodchem.2011.11.002
- Negro, M., Giardina, S., Marzani, B., & Marzatico, F. (2008). Branched-chain amino acid supplementation does not enhance athletic performance but affects muscle recovery and the immune system. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *48*, 347–351. Retrieved from <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=20647574>
- Nimalaratne, C., Lopes-Lutz, D., Schieber, A., & Wu, J. (2012). Effect of domestic cooking methods on egg yolk xanthophylls. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *60*, 12547–52. doi:10.1021/jf303828n
- Nimalaratne, C., & Wu, J. (2015). Hen Egg as an Antioxidant Food Commodity: A Review. *Nutrients*, *7*(10), 8274–8293. doi:10.3390/nu7105394
- Nutritiondata.self.com. (2014). Egg, whole, raw, fresh. Retrieved October 13, 2015, from <http://nutritiondata.self.com/facts/dairy-and-egg-products/111/2>
- Nys, Y., Bain, M., & Immerseel, F. Van (Eds.). (2011). *Improving The Safety and Quality of Eggs and Egg Products Volume 1: Egg Chemistry, Production, and Consumption*. Woodhead Publishing Limited.
- Patrick, R. P., & Ames, B. N. (2015). Vitamin D and the omega-3 fatty acids control serotonin synthesis and action, part 2: relevance for ADHD, bipolar, schizophrenia, and impulsive behavior. *The FASEB Journal*, *ff. 14*, 1–16. doi:10.1096/fj.14-268342
- Pearce, K. L., Clifton, P. M., & Noakes, M. (2011). Egg consumption as part of an energy-restricted high-protein diet improves blood lipid and blood glucose profiles in individuals with type 2 diabetes. *The British Journal of Nutrition*, *105*, 584–592. doi:10.1017/S0007114510003983
- Pestana, D., Teixeira, D., Faria, A., Domingues, V., Monteiro, R., & Calhau, C. (2015). Effects of environmental organochlorine pesticides on human breast cancer: putative involvement on invasive cell ability. *Environ Toxicol*, *30*, 168–176. doi:10.1002/tox.21882

- Pirozzo, S., Purdie, D., Kuiper-Linley, M., Webb, P., Harvey, P., Green, A., & Bain, C. (2002). Ovarian Cancer, Cholesterol, and Eggs: A Case-Control Analysis. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 11 (10), 1112–1114. Retrieved from <http://cebp.aacrjournals.org/content/11/10/1112.short>
- Poljšak, B., & Fink, R. (2014). The Protective Role of Antioxidants in the Defence against ROS/RNS-Mediated Environmental Pollution. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2014, 671539. doi:10.1155/2014/671539
- Pombo-Rodrigues, S., Calame, W., & Re, R. (2011). The effects of consuming eggs for lunch on satiety and subsequent food intake. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(6), 593–599. doi:10.3109/09637486.2011.566212
- PORDATA. (n.d.). Pensionistas de invalidez e velhice do regime geral da Segurança Social com pensões inferiores ao salário mínimo nacional (%). Retrieved October 14, 2015, from <http://www.pordata.pt/Portugal/Pensionistas+de+invalidez+e+velhice+do+regime+geral+da+Seguran%C3%A7a+Social+com+pens%C3%B5es+inferiores+ao+sal%C3%A1rio+m%C3%ADnimo+nacional+%28percentagem%29-2007>
- PORDATA. (2015). Área de cultivo biológico em % da superfície total na Europa. Retrieved October 17, 2015, from <http://www.pordata.pt/Europa/%C3%81rea+de+cultivo+biol%C3%B3gico+em+percentagem+da+superf%C3%ADcie+total-2384>
- Qureshi, A. I., Suri, F. K., Ahmed, S., Nasar, A., Divani, A. a, & Kirmani, J. F. (2007). Regular egg consumption does not increase the risk of stroke and cardiovascular diseases. *Medical Science Monitor : International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 13, CR1–R8. doi:10.3945/jn.109.114918
- Radzevičienė, L., & Ostrauskas, R. (2012). Egg consumption and the risk of type 2 diabetes mellitus: a case-control study. *Public Health Nutrition*, 15, 1437–41. doi:10.1017/S1368980012000614
- Raffy, S., & Teissié, J. (1999). Control of lipid membrane stability by cholesterol content. *Biophysical Journal*, 76, 2072–2080. doi:10.1016/S0006-3495(99)77363-7
- Rakonjac, S., BOGOSAVLJEVIĆ-BOŠKOVIĆ, S., PAVLOVSKI, Z., ŠKRBIĆ, Z., DOSKOVIĆ, V., PETROVIĆ, M. D., & PETRIČEVIĆ, V. (2014). Laying hen rearing systems: a review of chemical composition and hygienic conditions of eggs. *World's Poultry Science Journal*, 70(01), 151–164. doi:10.1017/S0043933914000130
- Ratliff, J., Leite, J. O., de Ogburn, R., Puglisi, M. J., VanHeest, J., & Fernandez, M. L. (2010). Consuming eggs for breakfast influences plasma glucose and ghrelin,

- while reducing energy intake during the next 24 hours in adult men. *Nutrition Research*, 30, 96–103. doi:10.1016/j.nutres.2010.01.002
- Riazi, R., Rafii, M., Wykes, L. J., Ball, R. O., & Pencharz, P. B. (2003). Valine may be the first limiting branched-chain amino acid in egg protein in men. *The Journal of Nutrition*, 133, 3533–3539.
- Risch, H. a, Jain, M., Marrett, L. D., & Howe, G. R. (1994). Dietary fat intake and risk of epithelial ovarian cancer. *Journal of the National Cancer Institute*, 86, 1409–1415. doi:10.1038/bjc.2014.16
- Robbana-Barnat, S., Rabache, M., Rialland, E., & Fradin, J. (1996). Heterocyclic amines: Occurrence and prevention in cooked food. *Environmental Health Perspectives*, 104, 280–288. doi:10.1289/ehp.96104280
- Rodríguez-Rodríguez, E., Ortega, R. M., González-Rodríguez, L. G., Peñas-Ruiz, C., & Rodríguez-Rodríguez, P. (2014). Dietary total antioxidant capacity and current asthma in Spanish schoolchildren: a case control-control study. *European Journal of Pediatrics*, 173, 517–23. doi:10.1007/s00431-013-2197-y
- Rong, Y., Chen, L., Zhu, T., Song, Y., Yu, M., Shan, Z., ... Liu, L. (2013). Egg consumption and risk of coronary heart disease and stroke: dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ*, 346, e8539. doi:10.1136/bmj.e8539
- Samman, S., Chow, J. W. Y., Foster, M. J., Ahmad, Z. I., Phuyal, J. L., & Petocz, P. (2008). Fatty acid composition of edible oils derived from certified organic and conventional agricultural methods. *Food Chemistry*, 109(3), 670–674. doi:10.1016/j.foodchem.2007.12.067
- Schaafsma, G. (2000). The protein digestibility-corrected amino acid score. *Journal of Nutrition*, 130, 1865s–1867s. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000088042200036
- Schoeters, G., & Hoogenboom, R. (2006). Contamination of free-range chicken eggs with dioxins and dioxin-like polychlorinated biphenyls. *Molecular Nutrition & Food Research*, 50, 908–914. doi:10.1002/mnfr.200500201
- Sherwin, C. M., Nasr, M. a F., Gale, E., Petek, M., Stafford, K., Turp, M., & Coles, G. C. (2013). Prevalence of nematode infection and faecal egg counts in free-range laying hens: relations to housing and husbandry. *British Poultry Science*, 54, 12–23. doi:10.1080/00071668.2012.757577
- Shin, J. Y., Xun, P., Nakamura, Y., & He, K. (2013). Egg consumption in relation to risk of cardiovascular disease and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 98, 146–159. doi:10.3945/ajcn.112.051318

- Shinohara, N. K. S., Barros, V. B. De, Jimenez, S. M. C., Machado, E. D. C. L., Dutra, R. A. F., & Lima Filho, J. L. De. (2008). Salmonella spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos. *Ciência & Saúde Coletiva*, *13*, 1675–1683. doi:10.1590/S1413-81232008000500031
- Simopoulos, A. P. (2000). Human requirement for N-3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry Science*, *79*, 961–70. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10901194> \n <http://ps.fass.org/content/79/7/961.short>
- Simopoulos, A. P. (2006). Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. *Biomedicine & Pharmacotherapy = Biomedecine & Pharmacotherapie*, *60*, 502–507. doi:10.1016/j.biopha.2006.07.080
- Simopoulos, A. P. (2008). The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine (Maywood, N.J.)*, *233*, 674–688. doi:10.3181/0711-MR-311
- Simopoulos, A. P. (2011). Evolutionary aspects of Diet: The omega-6/omega-3 ratio and the brain. *Molecular Neurobiology*, *44*, 203–215. doi:10.1007/s12035-010-8162-0
- Simopoulos, A. P., & Salem Jr, N. (1989). n-3 fatty acids in eggs from range-fed Greek chickens. *The New England Journal of Medicine*, *321*(20), 1412.
- Smith-Spangler, C., Brandeau, M. L., Hunter, G. E., Clay Bavinger, J., Pearson, M., Eschbach, P. J., ... Bravata, D. M. (2012). Are organic foods safer or healthier than conventional alternatives?: A systematic review. *Annals of Internal Medicine*, *157*, 348–366. doi:10.7326/0003-4819-157-5-201209040-00007
- Sonneville, K. R., Gordon, C. M., Kocher, M. S., Pierce, L. M., Ramappa, A., & Field, A. E. (2012). Vitamin d, calcium, and dairy intakes and stress fractures among female adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med*, *166*, 595–600. doi:10.1001/archpediatrics.2012.5
- Steinmetz, K. A., & Potter, J. D. (1994). Egg consumption and cancer of the colon and rectum. *Eur J Cancer Prev*, *3*, 237–245.
- Tang, W. H. W., Wang, Z., Levison, B. S., Koeth, R. a, Britt, E. B., Fu, X., ... Hazen, S. L. (2013). Intestinal microbial metabolism of phosphatidylcholine and cardiovascular risk. *The New England Journal of Medicine*, *368*, 1575–84. doi:10.1056/NEJMoal109400
- The World Egg Industry - a few facts and figures. (n.d.). Retrieved October 1, 2015, from <https://www.internationalegg.com/corporate/eggindustry/details.asp?id=18>

- Tolan, A., Robertson, J., Orton, C. R., Head, M. J., Christie, A. A., & Millburn, B. A. (1974). Studies on the composition of food. 5. The chemical composition of eggs produced under battery, deep litter and free range conditions. *The British Journal of Nutrition*, 31(2), 185–200.
- Tres, A., O'Neill, R., & van Ruth, S. M. (2011). Fingerprinting of fatty acid composition for the verification of the identity of organic eggs. *Lipid Technology*, 23(2), 40–42. doi:10.1002/lite.201100084
- TVI24. (2012). Agricultura biológica: negócio cresce 20% ao ano. Retrieved October 16, 2015, from <http://www.tvi24.iol.pt/economia/produtos-biologicos/agricultura-biologica-negocio-cresce-20-ao-ano>
- Van Elst, K., Bruining, H., Birtoli, B., Terreaux, C., Buitelaar, J. K., & Kas, M. J. (2014). Food for thought: dietary changes in essential fatty acid ratios and the increase in autism spectrum disorders. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 45, 369–78. doi:10.1016/j.neubiorev.2014.07.004
- Van Immerseel, F. (2011). *Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products: Egg Safety and Nutritional Quality* (p. 399). Elsevier. Retrieved from <http://www.cabdirect.org/abstracts/20113344088.html;jsessionid=D33F1B48DF3A7DA2E4A5ECC7905C252A#>
- Vieth, R., Bischoff-Ferrari, H., Boucher, B. J., Dawson-Hughes, B., Garland, C. F., Heaney, R. P., ... Zittermann, A. (2007). The urgent need to recommend an intake of vitamin D that is effective. *American Journal of Clinical Nutrition*, 85, 649–650. doi:85/3/649 [pii]
- Virtanen, J. K., Mursu, J., Tuomainen, T.-P., Virtanen, H. E., & Voutilainen, S. (2015). Egg consumption and risk of incident type 2 diabetes in men: the Kuopio Ischaemic Heart Disease Risk Factor Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 101, 1088–1096. doi:10.3945/ajcn.114.104109
- Vries, M. De, Kwakkel, R. P., & Kijlstra, a. (2006). Dioxins in organic eggs: a review. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 54, 207–221. doi:10.1016/S1573-5214(06)80023-0
- Williams, P. R., & Hammitt, J. K. (2001). Perceived risks of conventional and organic produce: pesticides, pathogens, and natural toxins. *Risk Analysis: An Official Publication of the Society for Risk Analysis*, 21, 319–330. doi:10.1111/0272-4332.212114
- Woods, V. B., & Fearon, A. M. (2009). Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: A review. *Livestock Science*, 126, 1–20. doi:10.1016/j.livsci.2009.07.002

- Xu, X., Dailey, A. B., Talbott, E. O., Ilacqua, V. A., Kearney, G., & Asal, N. R. (2010). Associations of serum concentrations of organochlorine pesticides with breast cancer and prostate cancer in U.S. adults. *Environmental Health Perspectives*, *118*, 60–6. doi:10.1289/ehp.0900919
- Zazpe, I., Beunza, J. J., Bes-Rastrollo, M., Basterra-Gortari, F. J., Mari-Sanchis, A., & Martínez-González, M. Á. (2013). Egg consumption and risk of type 2 diabetes in a Mediterranean cohort; the sun project. *Nutrición Hospitalaria*, *28*, 105–11. doi:10.3305/nh.2013.28.1.6124
- Zazpe, I., Beunza, J. J., Bes-Rastrollo, M., Warnberg, J., de la Fuente-Arrillaga, C., Benito, S., ... Martínez-González, M. a. (2011). Egg consumption and risk of cardiovascular disease in the SUN Project. *European Journal of Clinical Nutrition*, *65*, 676–682. doi:10.1038/ejcn.2011.30
- Zeng, S.-T., Guo, L., Liu, S.-K., Wang, D.-H., Xi, J., Huang, P., ... Zhang, L. (2015). Egg consumption is associated with increased risk of ovarian cancer: Evidence from a meta-analysis of observational studies. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, *34*, 635–41. doi:10.1016/j.clnu.2014.07.009