



ENRIQUECIMENTO COM ÁCIDOS GRAXOS DA SÉRIE ÔMEGA 3 VISANDO ALIMENTOS MAIS SAUDÁVEIS: REVISÃO

Enrichment with fatty acids of the omega 3 series for more healthy foods: Review

Diana Carla Fernandes OLIVEIRA*, **Pedro Massahiro de Matos MURATA**, **Anderson Henrique VENÂNCIO**, **Maria Emília de Sousa GOMES**, **Rilke Tadeu Fonseca de FREITAS**

RESUMO: Os ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3, são amplamente reconhecidos como sendo nutrientes essenciais para seres humanos, pois exercem uma variedade de benefícios para a saúde através da sua ação molecular, celular e fisiológica. São considerados essenciais para o crescimento e desenvolvimento normal do corpo humano, pois não são sintetizados no organismo, os quais podem ser fornecidos através da dieta. Alterações no perfil da dieta ao longo dos anos, levaram ao desequilíbrio entre o consumo de ácidos graxos das séries ômega-6 e ômega-3 pela população. Reduzir a relação ômega-6/ômega-3 seria o ideal, uma vez que esse desequilíbrio é associado à diversas doenças fisiológicas. Uma menor relação ômega-6/ômega-3 pode ser alcançada aumentando o consumo de ômega-3. Considerando os efeitos fisiológicos atribuídos a estes ácidos graxos, ao enriquecer com ômega-3 os ovos e as carnes, que são as principais fontes de proteína e indicados em dietas saudáveis, podem auxiliar ainda mais na promoção da saúde. Espera-se uma redução na relação ômega-6/ômega-3 no produto final destinado ao consumidor, maior teor de ácido eicosapentaenoico e ácido docosahexanóico e melhora na qualidade de carnes e ovos. A presente revisão tem como objetivo abordar o enriquecimento de carnes e ovos com ácidos graxos da série n-3, bem como seus benefícios para a saúde humana. O consumo de alimentos contendo estas substâncias será no futuro uma alternativa tanto para produtores como para consumidores.

Palavras-chave: Alimentos funcionais. DHA. EPA. Qualidade do produto. Saúde humana

ABSTRACT: The omega-3 series polyunsaturated fatty acids are widely recognized as essential nutrients for humans, as they exert a variety of health benefits through their molecular, cellular and physiological action. They are considered essential for the normal growth and development of the human body, as they are not synthesized in the body, which can be supplied through the diet. Changes in the diet profile over the years have led to an imbalance between the consumption of fatty acids in the omega-6 and omega-3 series by the population. Reducing the omega-6 / omega-3 ratio would be ideal, since this imbalance is associated with several physiological diseases. A lower omega-6 / omega-3 ratio can be achieved by increasing the consumption of omega-3. Considering the physiological effects attributed to these fatty acids, by enriching eggs and meat, which are the main sources of protein and indicated in healthy diets, with omega-3, they can help even more in the promotion of health. A reduction in the omega-6 / omega-3 ratio is expected in the final product intended for the consumer, a higher content of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid and an improvement in the quality of meat and eggs. This review aims to address the enrichment of meat and eggs with fatty acids of the n-3 series, as well as their benefits for human health. The consumption of food containing these substances will be in the future an alternative for both producers and consumers.

Key words: *Functional foods. DHA. EPA. Product quality. Human health*

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/04/2021; aprovado em 05/06/2021

¹Doutoranda em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras; (32) 99143186, diana_zootecnista@yahoo.com.br.

²Graduando em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, pmassahiro@gmail.com

³Mestrando em Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, anderson123dfgh21@gmail.com

⁴Professora no Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, maria.emilia@dca.ufla.br

⁵Professor no Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, rilke@ufla.br

INTRODUÇÃO

Entre os ácidos graxos poli-insaturados (PUFA), destacam-se duas famílias, ômega-3 (n-3) e ômega-6 (n-6), cada uma representada por um ácido graxo essencial, sendo o alfa-linolênico (ômega-3) e o linoléico (ômega-6). Os ácidos graxos da série n-3 são amplamente reconhecidos como sendo essenciais para a saúde e bem-estar.

O ser humano e os demais mamíferos têm a capacidade de sintetizar ácidos graxos saturados e insaturados, porém, são incapazes de sintetizar ácidos graxos específicos (PEÑUELA-SIERRA et al, 2015), pela ausência de enzimas $\Delta 12$ e $\Delta 15$. Os ácidos graxos poliinsaturados são mediadores de precursores de lipídios biologicamente ativos, incluindo eicosanóides que desempenham um papel importante na modulação de e/ou processos anti-inflamatórios/pro-resolventes (CALDER, 2008). Portanto, esses ácidos graxos de importância vital são chamados de essenciais e devem ser incluídos na dieta alimentar.

Ao longo dos anos, o perfil da dieta sofreu alterações, principalmente devido aos avanços da agricultura, levando a um desequilíbrio entre o consumo de ácidos graxos das séries n-6 e n-3 pela população devido a maior produção, disponibilidade e consumo de alimentos ricos em n-6, como óleos vegetais, sendo então, a relação n-6/n-3 aumentada em até 20 vezes (SIMOPOULOS, 2011). Reduzir a relação n-6/n-3 da dieta seria o ideal, uma vez que esse desequilíbrio é associado diversas doenças fisiológicas. Uma menor relação n-6/n-3 pode ser alcançada por duas formas diferentes: aumentar o consumo de n-3 ou reduzir o consumo n-6. Visto que o perfil de ácidos graxos pode ser alterado por modificações na dieta (CEDRO et al., 2011), enriquecer os produtos de origem animal com n-3 é uma das formas mais atrativas para promover redução da relação n-6/n-3 na dieta da população (GIVENS, 2015).

Atualmente, tem aumentado a demanda por componentes bioativos naturais, que preservam a saúde e reduzem os riscos de diversas doenças. Os lipídios da série ômega-3 serão cada vez mais presente na vida diária das pessoas, como percepção dos consumidores de alimentos saudáveis (FINCO et al., 2016). Os efeitos benéficos dos ácidos graxos poliinsaturados, como o ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosahexanóico (DHA) estão bem documentados, mostrando vários benefícios à saúde (MACEDO; RAMIREZ, 2015; VOSSEN et al., 2016).

O consumidor está mais consciente em relação à dieta e a saúde (CEDRO et al., 2011). Isto, tem estimulado pesquisadores, produtores e a indústria de alimentos a desenvolverem produtos que possuam um fator adicional na sua composição, capaz de trazer benefícios à saúde humana. A promoção da saúde através de alimentos funcionais pode ser realizada por meio da elevação dos níveis de EPA e DHA nos alimentos (COSTA et al., 2016).

O valor nutricional das carnes e ovos, é um fator cada vez mais importante que influencia as preferências do consumidor (SCOLLAN et al., 2017). Recentemente, existe um grande interesse pela manipulação dos ácidos graxos na composição de ovos e das carnes em geral. O tipo de ácido graxo presente na carne é de grande interesse do consumidor uma vez que a ocorrência de problemas de saúde tem sido associada com a ingestão de gordura, relacionados, principalmente, ao efeito da gordura saturada (ANDRADE, 2013). Entretanto, é possível

obter um perfil de ácidos graxos na carne mais saudável, por meio de seleção genética e alteração da alimentação. Vários estudos estão sendo realizados na tentativa de melhorar a qualidade nutricional dos produtos cárneos através da incorporação de óleos mais saudáveis (VARGAS, 2019 et al., 2019).

Apesar das carnes e ovos conterem menor concentração de ácidos graxos poliinsaturados que os peixes marinhos, que constitui uma das fontes mais importantes de ômega-3 para a maioria da população, o consumo de tais peixes é proporcionalmente mais baixo (PEÑUELA-SIERRA et al., 2015). Dessa forma, se torna importante o enriquecimento com n-3 desses alimentos que estão presentes na dieta da maioria da população, sendo consumidos com maior frequência e consequentemente trazendo benefícios para a saúde humana.

A inclusão de ácidos graxos poliinsaturados em produtos de origem animal (carnes e ovos), agregando valor a estes produtos, seja através da modificação da alimentação dos animais ou da adição durante o processamento industrial, tem sido muito propagada nos últimos anos (PEÑUELA-SIERRA et al, 2015). Nesta revisão de literatura, abordagens para o enriquecimento de carnes e ovos com ácidos graxos poli-insaturados da série n-3 serão discutidos, bem como seus benefícios para a saúde humana.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido mediante uma revisão de literatura científica, abordando temas referentes ao enriquecimento de carnes e ovos com ômega 3, Benefícios para a saúde humana, Fontes ricas em n-3. Realizou-se uma pesquisa bibliográfica abrangente usando bases de dados de literatura científica: Science Direct, Scopus, Scielo e Periódicos Capes, com os seguintes descritores: ácido graxo n-3, ômega- 3, EPA, DHA, alimentos funcionais, ácidos graxos poliinsaturados. Os trabalhos encontrados passaram por uma análise de título e resumo para refinar os artigos que estavam relacionados ao tema. Foram excluídos do presente estudo trabalhos que não apresentassem texto completo, que não estivessem publicados em revistas indexadas, e que não se adequassem ao tema abordado

BENEFÍCIOS DO ÔMEGA-3 PARA SAÚDE HUMANA

Nos últimos anos, a qualidade de vida se tornou em um dos principais objetivos a serem alcançados. Além da busca de qualidade de vida relacionada à saúde ser muito comum, esta busca vem sendo associada a alimentação, como no caso do uso de n-3 na dieta.

O n-3 começou a ter seus benefícios comprovados nos anos 1970 (MARTIN et al., 2006), quando estudiosos identificaram um menor risco cardíaco entre esquimós da Groenlândia, cuja dieta era composta essencialmente peixes de águas frias e profundas, como, truta, atum e salmão (SIMOPOULOS, 2002; SANTOS & BORTOLOZO, 2008), que são fontes naturais dessa substância.

Desde então seu uso vem se popularizando, sendo conhecido por diversos benefícios, tais como: resguardar a memória (XU et al., 2015; CHOWDHURY et al., 201), auxilia no desenvolvimento infantil (WAITZBERG, 2012), fortalece o sistema imunológico (MELLO et al., 2019), redução da diabetes (ZWICKEY et al., 2019), , redução da obesidade

(MATLOOB & OTHMAN, 2018; ALBRACHT-SCHULTE et al., 2018; LACATUSU et al., 2019; TAREEN et al., 2018), diminuição de quadros de ansiedade (ANDRADE et al., 2018), prevenção de doenças cardiovasculares (BOCCHIET et al., 2012; VIANA et al., 2016), além de proteger os de órgãos vitais, pois combatem os processos inflamatórios (WALL et al., 2010).

O n-3 da dieta dos humanos é especificamente de origem vegetal, como alguns vegetais de folhas verdes, óleos de sementes ou de origem marinha, como os peixes. Uma dieta regular não supre os requerimentos mínimos de n-3 devido à limitação de ingestão de n-3, e também, pelos altos níveis de n-6 encontrados nos alimentos. Isso pode levar a um desbalanço na razão entre n-6/n-3 na dieta cotidiana (COSTA et al., 2016).

Recomendações para a ingestão dietética de ácidos graxos poliinsaturados são frequentemente fornecidas para a combinação de EPA e DHA. Apesar de terem propriedade fisiológica similares, vários estudos relataram efeitos diferenciais entre EPA e DHA, seus metabólitos, fluidez e permeabilidade da membrana plasmática, modulação das vias de sinalização relacionadas a mecanismos pró ou anti-inflamatórios celulares, funções leucocitárias, funções celulares endoteliais, proliferação celular e diferenciação, dentre outros (RUSSELL, 2012). Essa diferença pode estar

associada a estrutura de cada ácido, em termos de comprimento e do grau de insaturação.

O EPA tem 20 átomos de carbono e 5 ligações duplas (20:5), enquanto o DHA tem uma cadeia mais longa de 22 átomos de carbono e 6 ligações duplas (22:6). O maior grau de insaturação em DHA, comparado com EPA, é considerado para produzir maior seletividade de prótons e condutância, aumentando a permeabilidade das membranas (GORJÃO et al., 2009). De acordo com Serini et al. (2011), em algumas condições experimentais, o DHA demonstrou ser mais eficaz que o EPA em termos de efeitos anticancerígenos e capacidade de diminuição da pressão arterial, frequência cardíaca e agregação plaquetária (IBRAHIM et al., 2011; COTTIN et al., 2011).

A FAO/OMS (2008), estabeleceu que o consumo adequado de ômega-3 (EPA + DHA), é de cerca de 0,5 a 2% do total valor calórico da dieta humana. De acordo com Lee et al. (2009) o consumo individual seria de 500 mg de óleo ômega-3 para proporcionar benefícios à saúde. Recomendações publicadas pela World Health Organization (WHO/2008) não contemplam a relação n-6/n-3, mas sim recomendações individuais dos ácidos graxos: linoléico (LA), α -linolênico (ALA), EPA e DHA. Sendo assim, abaixo são apresentadas recomendações de consumo de EPA e DHA para humanos (Tabela 1), constata-se que as recomendações mudam de acordo com a população alvo.

Tabela 1 – Recomendações de consumo de EPA e DHA para humanos em distintas faixas etárias e condição fisiológica pelas principais organizações mundiais.

Organização	Ano	População Alvo	Recomendação
World Health Organization (WHO)	2002	Adultos	n-3 PUFAS: 1-2% da energia diária
NATO Workshop on ω -3 and ω -6 Fatty Acids	1989	Adultos	300-400 mg EPA+DHA/dia
World Gastroenterology Organisation	2008	Adultos	3-5 porções de peixe/semana
International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL)	2004	Adultos- doenças cardiovasculares	Mínimo 500 mg/dia de EPA+DHA
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)	2010	0-6 meses	DHA: 0.1-0.18%
		6 - 24 meses	DHA: 10-12 mg/Kg peso
		2 - 4 anos	EPA+DHA: 100-150 mg
		4 - 6 anos	EPA+DHA: 150-200 mg
		6 - 10 anos	EPA+DHA: 200-250 mg
Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL)	2007	Mulheres grávidas ou lactantes	DHA: 200 mg/dia
World Association of Perinatal Medicine	2008		
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)	2010	Mulheres grávidas ou lactantes	EPA+DHA: 0.3 g/dia

Fonte: Global Omega-3 Intake Recommendations, 2018 (Global Organization for EPA and DHA Omega-3s -GOED)

ENRIQUECIMENTO DE ALIMENTOS

O conteúdo de lipídios e sua natureza em alimentos de origem animal são objetos de crescente preocupação por parte do consumidor. Ovos, carne e seus derivados são altamente valiosos para os consumidores, principalmente devido a suas propriedades. Sendo, fontes importantes de proteínas de alta qualidade e algumas vitaminas e minerais. No entanto, o perfil lipídico desses produtos, não é tão desejável na maioria dos casos, devido a sua alta/moderada quantidade de ácidos graxos saturados e baixo conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados, e maior conteúdo em n-6 do que em n-3 (JIMÉNEZ-

COLMENERO, 2001). Na busca por melhorias nutricionais dos alimentos, estratégias visando melhorar o perfil lipídico de carnes e ovos foram testados e implementados, sendo a principal o enriquecimento da alimentação animal.

O mercado mundial proporciona hoje uma vasta quantidade de suplementos alimentares de n-3, que são encontrados principalmente nos óleos de pescado, ou em produtos nos quais estes ácidos graxos poliinsaturados são agregados, como em carne de frangos (GIVENS, 2015, KALAKUNTLA et al., 2017, IBRAHIM et al., 2017), suínos (VOSSEN et al., 2016; DE TONNAC et al., 2018), ovinos (LOPES et al., 2012), carne e leite bovinos, (SHINGFIELD et al., 2013, SCOLLAN et al., 2014). Sendo assim, o

enriquecimento de EPA e DHA em fontes de alimento pode aumentar sua ingestão e melhorar a saúde humana (LI et al., 2009).

Contudo, ao enriquecer os produtos de origem animal com EPA e DHA visando à redução na relação n-6/n-3, deve-se ter o cuidado com o tempo de prateleira, pois o aumento dos ácidos graxos poliinsaturados torna os produtos mais sensíveis à oxidação. Os radicais pró-oxidantes, gerados pelo processo de oxidação de ácidos graxos na carne podem prejudicar a qualidade sensorial do produto final (RODRIGUEZ-HERRERA et al., 2017). Uma vez incorporado, é fundamental verificar cuidadosamente por meio de análise se os ingredientes químicos e funcionais permanecem inalterados (DE LIMA JÚNIOR et al., 2011).

CARNES BOVINAS E OVINAS

Carne de animais ruminantes fornece nutrientes essenciais e de alto valor biológico, como proteínas, vitaminas, ácidos graxos essenciais e minerais. Entretanto, nos últimos anos, tem sido associada ao surgimento de doenças cardiovasculares (PAN et al., 2012). Devido às características de sua gordura, que apresenta maiores concentrações de ácidos graxos saturados, e menores concentrações de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados em comparação à gordura de não-ruminantes (LOPES et al., 2012).

A carne ovina é rica em ácidos graxos saturados derivados do processo peculiar de digestão de lipídeos nos ruminantes. Pesquisas recentes têm apontado que a carne bovina e ovina pode ser na verdade uma grande aliada na prevenção de diversas doenças.

Pesquisas têm demonstrado que bovinos alimentados em pastagem apresentam maior quantidade de n-3 na carne enquanto que os alimentados com grãos apresentam maior proporção de n-6 (COSTA et al., 2013). Lourenço et al. (2007) encontraram maior concentração de ALA na gordura subcutânea de cordeiros em pastagem rica em leguminosas, comparado a pastagem diversificada ou pastagem rica em gramíneas, como o *Lolium perenne*. Menezes et al. (2010), observaram que a carne de novilhos terminados em pastagem temperada apresenta menor relação n-6/n-3 quando comparada a de bovinos terminados em pastagens tropicais e estas apresentam menor relação n-6/n-3 quando comparada a carne de animais terminados em confinamento.

CARNES SUÍNAS

A carne suína é uma das mais consumidas no mundo, além da carne a gordura é muito utilizada em produtos cárneos. Entretanto, a gordura suína tem alto teor (20-28%) de ácidos graxos poliinsaturados da série n-6, que se consumidos em altas quantidades podem aumentar os riscos de doenças cardiovasculares (BOADA et al., 2016).

Embora a carne suína apresentar menor concentração de ácidos graxos poliinsaturados que os peixes marinhos, esta constitui uma fonte importante de n-3 e n-6 para a maioria da população (PEÑUELA-SIERRA et al., 2015). A possibilidade de aumentar os níveis destes ácidos graxos poliinsaturados na carne suína auxilia no combate a imagem negativa, atribuída à quantidade de gordura saturada, que na verdade não é alta (SCOLLAN et al., 2001). De Tonnac et al. (2018), observaram um aumento dos níveis de n-3 em tecidos de suínos na fase de terminação alimentados com dietas contendo óleo de linhaça.

FRANGOS

A cadeia produtiva de carne de frango está em constante evolução, devido principalmente ao melhoramento genético realizado na espécie, selecionando animais com maior ganho de peso, redução da idade de abate, aumentando a produtividade. Recentemente, esforços significativos foram feitos para produzir produtos avícolas enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados da série n-3 (PIETRAS E ORCZEWSKA-DUDEK, 2013). IBRAHIM et al. (2017), observaram redução na relação e no teor de colesterol do peito e coxa em frangos alimentados com dietas com maior teor de n-3 (óleos de peixe e linhaça) e menor relação n-6/n-3.

OVOS

O ovo é considerado um dos alimentos mais completos para a saúde. Sendo rico em nutrientes como proteínas, minerais, carotenóides e colina, consideradas substâncias funcionais importantes para a saúde humana (MENDES et al., 2017). Os ovos são alimentos essenciais, mesmo que contenha baixos teores de ácidos graxos poliinsaturados quando comparado a outros alimentos (ROSA et al., 2017).

Devido ao seu baixo custo e sua fonte nutritiva, o consumo de ovos, principalmente nas regiões mais humildes, se torna uma ótima opção para sanar os problemas de nutrição. Já que devido ao alto preço das carnes, o consumo de proteína animal nessas regiões é, de forma geral, baixo (GARCIA; ALBALA, 1998). Sendo assim, uma opção para incrementar a composição lipídica e conseqüentemente a ingestão de ômega na dieta da população, seria o enriquecimento dos ovos com ácidos graxos (LEWIS et al., 2000).

Nos ovos, a atenção está nos ácidos graxos da fração lipídica da gema. O aumento do conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados na gema pode ser facilmente alcançado (LIMA JUNIOR et al., 2011). A produção dos ovos enriquecidos com n-3 é possível pelo fornecimento de fontes ricas nesses ácidos graxos na dieta de poedeiras (CEDRO et al., 2011). Segundo Oliveira et al. (2011) a suplementação com alimentos ricos em n-3 incrementa os níveis de ácidos graxos poliinsaturados na gema sem alterar de forma significativa os teores de ácidos graxos monoinsaturados.

PEIXES DE ÁGUA DOCE

Os peixes são a principal fonte de n-3 para os seres humanos, sendo uma excelente fonte de proteína, vitaminas e minerais. Os peixes marinhos são a principal fonte alimentar de n-3, pois a cadeia alimentar marinha é formada por seres ricos em n-3, diferente dos peixes de água doce. Entretanto, os peixes de água doce possuem a capacidade de transformação de ácidos graxo, os quais podem ser alongados e dessaturados pelo sistema enzimático para produzir DHA e EPA a partir de óleos vegetais provenientes da alimentação (SARGENT et al., 2002). Dessa forma, os peixes de água doce tornam-se uma ótima fonte de n-3 para uma grande parcela da população.

Nos últimos anos, o conteúdo de ácidos graxos dos peixes de água doce tem sido considerado um tópico importante entre os profissionais da saúde humana (GINSBERG et al., 2015; NEFF et al., 2014; OKEN et al., 2012). Muitos estudos nutricionais vêm sendo realizados com o objetivo de aumentar os níveis de ácidos graxos polinsaturados com a manipulação

de dietas contendo diferentes tipos de óleo. A dieta influencia não só a quantidade de lipídios, mas também o perfil desses ácidos graxos. Tonial et al. (2012) observaram que a adição de óleo de linhaça à dieta de tilápia do Nilo, pode ser considerada uma opção excelente para reduzir a concentração de n-6 e, conseqüentemente, aumentar a concentração de n-3, melhorando a qualidade nutricional da carne de peixe de água doce. Resultado semelhante foi encontrado por Zanqui et al. (2015) também para tilápia do Nilo, Mandis (ZANQUI et al., 2013), Pacus (BARILLI et al., 2014), alimentados com dietas contendo óleo de linhaça.

FONTES LIPÍDICAS RICAS EM ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS

O óleo de peixe como fonte lipídica pode melhorar o desempenho, crescimento e o valor nutricional dos animais (TEOH & NG, 2016), devido a sua alta quantidade de ácidos graxos poliinsaturados, EPA e DHA. Devido aos custos elevados de dietas contendo óleo de peixe, estudos sobre a substituição desta fonte lipídica por alguns recursos alternativos tem sido realizado em busca de um desenvolvimento sustentável (TURCHINI et al., 2009). A utilização de óleos vegetais tem sido uma boa alternativa, como óleo de girassol (LI et al., 2017), óleo de linhaça (LI et al., 2017; PENG et al., 2016), óleo de soja (HUANG et al., 2014), óleo de canola (HUANG et al., 2014; PENG et al., 2016) e óleo de milho (HUANG et al., 2014).

Os óleos vegetais possuem composição variadas, mas pode-se classificá-los quanto aos seus ácidos graxos ou classe de ácidos graxos, em maior concentração. Os óleos de oliva e de canola são boas fontes de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), enquanto os óleos de girassol, milho e soja são fontes de ácidos graxos poli-insaturados da série n-6 e o óleo de linhaça da série n-3 (CORRÊA, 2015).

Tabela 2 - Perfil das classes de ácidos graxos, de alguns óleos comerciais¹.

Óleo	SFA ²	MUFA	n-6 PUFA	n-3 PUFA
	% do total de ácidos graxos			
Fígado de bacalhau	19,4	46	3	27
Salmão de cultivo	23,6	42,7	6,8	24
Palma	51,6	37	9,1	0,2
Oliva	14,1	73,3	7,9	0,6
Canola	7,4	62,3	20,2	12
Girassol	10,6	19,5	65,7	-
Milho	13,3	24,2	58	0,7
Soja	15,1	23,2	51	6,8
Linhaça	9,4	20,2	12,7	53,3

¹Fonte: NRC, 2011.

Os lipídios são importantes componentes da dieta, melhorando o desempenho e a saúde do animal. Além de aumentar a palatabilidade da ração, fornecer energia e ácidos graxos essenciais de maneira eficiente (SAKOMURA et al. 2014). Entretanto, a incorporação de ácidos graxos na dieta, podem causar o acúmulo excessivo de gordura, influenciar no metabolismo animal e a composição de carcaça, refletindo no perfil de ácidos graxos final (RIBEIRO et al., 2007). Portanto, é importante ter o conhecimento das exigências nutricionais da espécie e a composição nutricional do alimento.

CONCLUSÕES

1- Modificações do plano nutricional dos animais podem promover incrementos substanciais de nutrientes essenciais presentes em seus produtos e potencializar seus efeitos como promotores de saúde;

2- Ao enriquecer esses produtos (carnes e ovos) com ácidos graxos n-3 espera-se uma redução na relação n-6/n-3 no produto final destinado ao consumidor, maior teor de EPA e DHA melhora na qualidade da carne;

3- O consumo de carnes e ovos contendo estas substâncias será no futuro uma alternativa tanto para produtores como para consumidores.

REFERÊNCIAS

ALBRACHT-SCHULTE, K., KALUPAHANA, N.S., RAMALINGAMA, L., WANG, S., RAHMAN, S.M., ROBERT-MCCOMB, J., MOUSTAID-MOUSSA, N. Omega-3 fatty acids in obesity and metabolic syndrome: a mechanistic update. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, v. 58, p 1-16, 2018.

ANDRADE, Eduarda Aparecida F. de; SANT'ANNA, Lina Cláudia; ALMEIDA, Natalie de Castro; VENTURI, Ivonilce; BRUSTULIM, Libardone José R.; D'ALMEIDA, Wagner O. L-Triptofano, ômega 3, magnésio e vitaminas do complexo B na diminuição dos sintomas de ansiedade. *Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia*, v.12, n.40, p.1129-1138, 2018.

ANDRADE, M. G. L. P. Características da carcaça e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês e Morada Nova em diferentes pesos de abate. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.

BARILLI, D. J.; SANTAROSA, M.; ZANQUI, A.B.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; FURUYA, W.M.; GOMES, S. T. M.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. Incorporation of conjugated linoleic acid (CLA) and α -linolenic acid (LNA) in pacu filets. *Food Science and Technology*, v. 34, n. 1, p. 74-81, 2014.

BOADA, L. D.; HENRÍQUEZ-HERNÁNDEZ, L. A.; LUZARDO, O. P. The impact of red and processed meat consumption on cancer and other health outcomes: Epidemiological evidences. *Food and Chemical Toxicology*, v. 92, p. 236-244, 2016.

BOCCHIET, E.A.; MARCONDES-BRAGA, F.G.; BACAL, F.; FERRAZ, A.S.; ALBUQUERQUE, D.; RODRIGUES, D. Atualização da diretriz brasileira de insuficiência cardíaca crônica. *Arq Br Card*, v. 98, n. 1, p. 1-33, 2012.

BRAGAGNOLO, N. 2001. Aspectos Comparativos Entre Carnes Segundo A Composição De Ácidos Graxos E Teor De Colesterol. In: Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, 2., 2001, Concórdia. Anais... Concórdia: CNPSA.

- CALDER, P. C. Polyunsaturated fatty acids, inflammatory processes and inflammatory bowel diseases, *Mol. Nutr. Food Res.*, v. 52, n. 8, p. 885-97, 2008.
- CEDRO, T. M. M., CALIXTO, L. F. L., GASPAR, A., & AGOSTINHO, T. S. P. Proporções entre ácidos graxos poliinsaturados em ovos comerciais convencionais e enriquecidos com ômega-3. *Ciência Rural*, v. 41, n. 4, p. 706-711, 2011.
- CHOWDHURY, R., STEVENS, S., GORMAN, D., PAN, A., WARNAKULA, S., CHOWDHURY, S.; WARD, H.; JOHNSON, F.; CROWE, F. B.; HU, O. H.; FRANCO, O. H. Association between fish consumption, long chain omega 3 fatty acids, and risk of cerebrovascular disease: systematic review and meta-analysis. *Bmj*, v. 345, p. 6698, 2012.
- CORRÊA, C. F. Fontes de ácidos graxos da dieta no desempenho da tilápia-do-nylo em temperatura ótima e subótima. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2015.
- COSTA, F. A. D.; TAVERNARI, F. C.; COSTA, O. A. D.; CASTRO, F. F.; REMUS, A. Enriquecimento com ácidos graxos da série ômega 3 em carne de aves e ovos. *Pubvet*, v. 11, p. 103-206, 2016.
- COSTA, R. F., AZAMBUJA, R. D. C., TEIXEIRA, B. B. M., MOREIRA MADRUGA, S. L. R., CARDOSO, L. L., YOKOO, M. J. I., & CARDOSO, F. F. (2013). O ômega-3 e a carne bovina: uma revisão. In *Embrapa Pecuária Sul-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 18.; MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16.; MOSTRA DE EXTENSÃO, 11., 2013, Cruz Alta. Ciência, conhecimento e sociedade de risco: anais. Cruz Alta: Unicruz, 2013.
- COTTIN, S.C.; SANDERS, T.A.; HALL, W.L. The differential effects of EPA and DHA on cardiovascular risk factors, *Proc. Nutr. Soc.*, v. 70, n. 2, p. 215-31, 2011.
- DE LIMA JÚNIOR, D. M., MONTEIRO, P. D. B. S., DO NASCIMENTO RANGEL, A. H., URBANO, S. A., & DO VALE MACIEL, M. Alimentos funcionais de origem animal. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 6, n. 2, p. 4, 2011.
- DE TONNAC, A.; GUILLEVIC, M.; MOUROT, J. Fatty acid composition of several muscles and adipose tissues of pigs fed n-3 PUFA rich diets. *Meat science*, v. 140, p. 1-8, 2018.
- FAO/WHO. Interim summary of conclusions and dietary recommendations on total fat & fatty acids. *Jt. FAO/WHO Expert Consult Fats Fatty Acids Hum Nutr.* 2008 Nov 10–14. Geneva: WHO HQ.
- FINCO, A. M. D. O., MAMANI, L. D. G., CARVALHO, J. C. D., DE MELO PEREIRA, G. V., THOMAZ-SOCCOL, V., & SOCCOL, C. R. Technological trends and market perspectives for production of microbial oils rich in omega-3. *Critical reviews in biotechnology*, v. 37, n. 5, p. 656-671, 2016.
- GINSBERG, G.L.; TOAL, B.F.; McCANN, P.J. Updated risk/benefit analysis of fish consumption effects on neurodevelopment: implications for setting advisories. *Hum. Ecol. Risk Assess.* 21, 1810–1839, 2015.
- GIVENS, D.I. Manipulation of lipids in animal-derived foods: Can it contribute to public health nutrition?. *European journal of lipid science and technology*, v. 117, n. 9, p.1306-1316, 2015.
- GORJAO, R.; AZEVEDO-MARTINS, A. K.; RODRIGUES, H. G.; ABDULKADER, F.; ARCISIO-MIRANDA, M.; PROCOPIO, J.; CURI, R. Comparative effects of DHA and EPA on cell function, *Pharmacol. Ther.*, v. 122, n. 1, p. 56-64, 2009.
- HUANG, F., JIANG, M., WEN, H., LIU, W., YANG, C. G., WU, F.; WIE, Q. W. Effects of different dietary lipid sources on growth performance, tissue fatty acid composition and serum lipid indices of juvenile Amur sturgeon, *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869. *Journal of Applied Ichthyology*, v. 30, 1602–1608, 2014.
- IBRAHIM, A.; MBODJI, K.; HASSAN, A.; AZIZ, M.; BOUKHETTALA, N.; COEFFIER, M.; SAVOYE, G.; DECHELOTTE, P.; MARION-LETELLIER, R. Anti-inflammatory and anti-angiogenic effect of long chain n- 3 polyunsaturated fatty acids in intestinal microvascular endothelium, *Clin. Nutr.*, v. 30, n. 5, p.678-87, 2011.
- IBRAHIM, D., EL-SAYED, R., KHATER, S.I., SAID, E.N., EL-MANDRAWY, S.A.M. Changing dietary n-6:n-3 ratio using different oil sources affects performance, behavior, cytokines mRNA expression and meat fatty acid profile of broiler chickens. *Animal Nutrition*, v. 4, n. 1, p 44-51, 2017.
- JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. Healthier Meat and Meat Products: Their Role as Functional Foods. *Meat Sci.* 2001, 59(1), 5–13. DOI: 10.1016/S0309-1740(01) 00053-5.
- KALAKUNTLA, S., NAGIREDDY, N.K., PANDA, A.K., JATOTH, N., THIRUNAHARI, R. AND VANGOOR, R.R. Effect of dietary incorporation of n-3 polyunsaturated fatty acids rich oil sources on fatty acid profile, keeping quality and sensory attributes of broiler chicken meat. *Animal Nutrition*, v. 3, n. 4, p.386-391, 2017.
- LACATUSU, I., BADEA, N., UDEANU, D., COC, L., POP, A., NEGUT, C. C., ... & MEGHEA, A. Improved anti-obesity effect of herbal active and endogenous lipids co-loaded lipid nanocarriers: Preparation, in vitro and in vivo evaluation. *Materials Science and Engineering: C*, v. 99, p.12-24, 2019.
- LEE, J. H., O'KEEFE, J. H., LAVIE, C. J., & HARRIS, W. S. Omega-3 fatty acids: cardiovascular benefits, sources and sustainability. *Nature Reviews Cardiology*, v. 6, n. 12, p. 753-758, 2009.
- LI, Q., ZHU, H. Y., WEI, J. J., ZHANG, F., LI, E. C., DU, Z. Y.; CHEN, L. Q. Effects of dietary lipid sources on growth performance, lipid metabolism and antioxidant status of

- juvenile Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*. *Aquaculture Nutrition*, v. 23, n. 3, p. 500–510, 2017.
- LI, Q., ZHU, H. Y., WEI, J. J., ZHANG, F., LI, E. C., DU, Z. Y.; CHEN, L. Q. Effects of dietary lipid sources on growth performance, lipid metabolism and antioxidant status of juvenile Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*. *Aquaculture Nutrition*, v. 23, n. 3, p. 500–510, 2017.
- LOPES, L. S.; LADEIRA M. M.; MACHADO NETO O. R.; MENDES E.M.; VEIGA, P.R.P. CHIZZOTTI M.L.; GUERREIRO, M.C. Composição química e de ácidos graxos do músculo longissimus dorsi e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n.4, p.978-985, 2012.
- LOURENÇO M.; VAN RANST, G.; DE SMET, S.; RAES, K.; FIEVEZ, V. Effect of grazing pasture with different botanical composition by lambs on rumen fatty acid metabolism and fatty acid pattern of longissimus muscle and subcutaneous fat. *Animal*, 1, 537-545, 2007.
- MACEDO Y RAMÍREZ, R. C.; VÉLEZ-RUÍZ, J. F. Propriedades físico-químicas e de fluidez de um iogurte sedimentado enriquecido com microcápsulas contendo ácidos graxos ômega 3. *Informações tecnológicas*, v. 26, n. 5 p. 87-96, 2015.
- MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N.E. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. *Revista de Nutrição*, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.
- MATLOOB, R. J. & OTHMAN, S. H. The effect of Omega-3 fatty acid on Adiponectin and potential implication for obesity management. *Annals of the College of Medicine Mosul*, v. 40, n. 2, p. 34-40, 2018.
- MELLO, V. D., DAHLMAN, I., LANKINEN, M., KURL, S., PITKÄNEN, L., LAAKSONEN, D. E.; ERKKILÄ, A. T. The effect of different sources of fish and camelina sativa oil on immune cell and adipose tissue mRNA expression in subjects with abnormal fasting glucose metabolism: a randomized controlled trial. *Nutrition & diabetes*, v. 9, n. 1, p. 1, 2019.
- MENDES, L. J., MOURA, M. A., MACIEL, M. P., REIS, S. T., SILVA, V. G., SILVA, D. B. & SAID, J. S. Perfil do consumidor de ovos e carne de frango do município de Janaúba-MG. *Ars Veterinaria*, v. 32, n. 1, p. 81-87, 2017.
- MENEZES, L. F. G. D., RESTLE, J., BRONDANI, I. L., SILVEIRA, M. F. D., FREITAS, L. D. S., & PIZZUTI, L. Â. D. Características da carcaça e da carne de novilhos superjovens da raça Devon terminados em diferentes sistemas de alimentação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 3, p. 667-676, 2010.
- NEFF, M.R., BHAVSAR, S.P., NI, F.J., CARPENTER, D.O., DROUILLARD, K., FISK, A.T., ARTS, M.T. Risk-benefit of consuming Lake Erie fish. *Environ. Res.* 134C, 57–65, 2014.
- OKEN, E., CHOI, A.L., KARAGAS, M.R., MARIËN, K., RHEINBERGER, C.M., SCHOENY, R., SUNDERLAND, E., KORRICK, S. Review which fish should I eat? Perspectives influencing fish consumption choices. *Environ. Health Perspect.* 790, 790–798, 2012.
- OLIVEIRA, D. D. et al. Effect of the use of soybean oil and animal fat in the diet of laying hens on production performance and egg quality. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 5, p. 995-1001, 2011.
- PAN, A.; SUN, Q.; BERNSTEIN, A. M.; SCHULZE, M. B.; MANSON, J. E.; STAMPFER, M. J.; WILLET, W. C.; HU, F. B. Red Meat Consumption and Mortality. *Archives of Internal Medicine*, online March 12, 2012.
- PIETRAS, M. P.; ORCZEWSKA-DUDEK, S. The Effect of Dietary Camelina Sativa Oil on Quality of Broiler Chicken Meat/Wpływ Udziału Oleju Z Lnianki Siewnej (Camelina Sativa) W Dawkach Dla Kurcząt Rzeźnych Na Jakość Mięsa. *Annals of Animal Science*, v. 13, n. 4, p. 869-882, 2013.
- PENG, X., LI, F., LIN, S., & CHEN, Y. Effects of total replacement of fish oil on growth performance, lipid metabolism and antioxidant capacity in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture International*, v. 24, p. 145–156, 2016.
- PEÑUELA-SIERRA, L. M.; CASTAÑEDA-SERRANO, R. D.; SANMIGUEL, R. A. Ácidos graxos poliinsaturados e ácido linoléico conjugado na carne suína. Benefícios para a saúde humana: Revisão. *PUBVET*, v. 9, p. 287-347, 2015.
- RIBEIRO, B. R. C., LARA, L. J. C., BAIÃO, N. C., LOPEZ, C. A. A., FIUZA, M. A., CANÇADO, S. V., & SILVA, G. M. M. Efeito do nível de ácido linoléico na ração de matrizes pesadas sobre o peso, composição e eclosão dos ovos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 59, n. 3, p-789-796, 2007.
- RODRIGUEZ-HERRERA, M., KHATRI, T., MARSH, S.P., POSRI, W., SINCLAIR, L.A. Feeding microalgae at a high level to finishing heifers increases the long-chain n-3 fatty acid composition of beef with only small effects on the sensory quality. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 53, n. 6, p. 1405-1413, 2017.
- ROSA, M. S.; DA SILVA, T. R.; DE FREITAS, H. B.; PAIVA, L. L.; COPAT, V. A. M.; SILVA, L. A.R.; NASCIMENTO C. K. Ácidos graxos funcionais em dieta de poedeiras, 2017.
- RUSSELL, F. D.; BURGIN-MAUNDER, C. S. Distinguishing health benefits of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids, *Mar. Drugs*, v. 10, n. 11, p.2535-59, 2012.
- SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. Nutrição de não ruminantes. Jaboticabal: Editora Funep, 2014. 678 p.
- SANTOS LES, BORTOLOZO EAFQ. Ingestão De Ômega 3: Considerações sobre Potenciais Benefícios no Metabolismo Lipídico. *Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng.* v. 14, n. 2, p. 161-170, 2008.

- SARGENT, J.R.; TOCHER, D.; BELL, J. G. The lipids. Pages 181-257. In J.E. Halver, and R.W. Hardy, **Fish nutrition**. Academic Press, Amsterdam, AM, The Netherlands, 2002.
- SCOLLAN, N. D., PRICE, E. M., MORGAN, S. A., HUWS, S. A., & SHINGFIELD, K. J. Can we improve the nutritional quality of meat? *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 76, n. 4, p. 603-618, 2017.
- SCOLLAN, N. D., CHOI, N. J., KURT, E., FISHER, A. V., ENSER, M., & WOOD, J. D. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. *British Journal of Nutrition*, v. 85, n.1, p. 115-124, 2001.
- SCOLLAN, N. D.; DANNENBERGER, D; NUERNBERG, K; RICHARDSON, I; MACKINTOSH, S; HOCQUETTE, J. F, & MOLONEY, A. P. Aumentar o valor nutricional e sanitário dos lipídios da carne bovina e sua relação com a qualidade da carne. *Meat Science*, v. 97, n. 3, pág. 384-394, 2014.
- SERINI, S.; FASANO, E.; PICCIONI, E.; CITTADINI, A. R.; CALVIELLO, G. Differential anti-cancer effects of purified EPA and DHA and possible mechanisms involved, *Curr. Med. Chem*, v. 18, n. 26, p. 4065-75, 2011.
- SHINGFIELD, K.J., BONNET, M., SCOLLAN, N.D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. *Animal* 7, 132–162, 2013.
- SIMOPOULOS, A.P. Evolutionary aspects of diet: the omega-6/omega-3 ratio and the brain. *Molecular neurobiology*, v. 44, n. 2, p.203-215, 2011.
- SIMOPOULOS, A. P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, v. 56, n. 8, p. 365–379, 2002.
- TAREEN, S., ADRIAENS, M., ARTS, I., DE KOK, T., VINK, R., ROUMANS, N., ... & KUTMON, M. Profiling cellular processes in adipose tissue during weight loss using time series gene expression. *Genes*, v. 9, n. 11, p. 525, 2018.
- TEOH C-Y, NG W-K. The implications of substituting dietary fish oil with vegetable oils on the growth performance, fillet fatty acid profile and modulation of the fatty acid elongase, desaturase and oxidation activities of red hybrid tilapia, *Oreochromis sp.* *Aquaculture*, v. 465, p.311–322, 2016.
- TONIAL, I. B.; BRAVO, C. E.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; FURUYA, W.; VISENTAINER, J. V. Qualidade nutricional dos lipídios de tilápia (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com ração suplementada com óleo de soja. *Alimentos e Nutrição, Araraquara*, v. 22, n. 1, p. 103-112, 2011.
- TURCHINI, G. M., TORSTENSEN, B. E., & NG, W. K. Fish oil replacement in finfish nutrition. *Reviews in Aquaculture*, 1, 10–57, 2009.
- VARGAS, F. C., GÓMEZ, B., MOUSAVI KHANEGHAH, A., STROZZI, I., GAVAHIAN, M., BARBA, F. J., ... & LORENZO, J. M. Assessment of the Suitability of Pitanga Leaf Extract as a Natural Antioxidant for Enhancing Canola Oil Stability: Monitoring Lipid Oxidation Parameters. *European journal of lipid science and technology*, v.121, n. 5, p. 1800447, 2019.
- VIANA, D. E.L, DANTAS, M. M., & DA SILVA MENEZES, M. E. Ácidos graxos das séries ômega-3 e ômega-6 e sua utilização no tratamento de doenças cardiovasculares: uma revisão. *Revista Saúde & Ciência Online*, v. 5, n. 2, p. 65-83, 2016.
- VOSSEN, E., CLAEYS, E., RAES, K., VAN MILLEM, D., DE SMET, S. Supra-nutritional levels of α -tocopherol maintain the oxidative stability of n-3 long chain fatty acid enriched subcutaneous fat and frozen loin but not dry fermented sausage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 96, p. 4523–4530, 2016.
- WALL, R., ROSS, R. P., FITZGERALD, G. F., & STANTON, C. Fatty acids from fish: the anti-inflammatory potential of long-chain omega-3 fatty acids. *Nutrition reviews*, v. 68, n. 5, p. 280-289, 2010.
- YEHUDA, S., RABINOVITZ, S., CARASSO, R. L., & MOSTOFSKY, D. I. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. *Neurobiology of aging*, v. 23, n. 5, p. 843-853, 2002.
- XU, Z., GAN, L., LI, T., XU, C., CHEN, K., WANG, X., QIN, J.G., CHEN, L. AND LI, E. Transcriptome profiling and molecular pathway analysis of genes in association with salinity adaptation in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *PLoS One*, v. 10, n. 8, p. 0136506, 2015.
- ZANQUI, A. B., MARUYAMA, S. A., BARILLI, D. J., RIBEIRO, S. A. O., GOMES, S. T. M., VISENTAINER, J. V., SOUZA, N. E., BOSCOLO, W. R., & MATSUSHITA, M. Incorporation of conjugated linoleic and alpha linolenic fatty acids into *Pimodolus maculatus* filets. **Food Science and Technology**, v. 33, n.3, p. 532-40, 2013.
- ZANQUI, A. B., BARILLI, D. J., RIBEIRO, S. A. O., FEIDEN, A., BOSCOLO, W. R., GOMES, S. T. M., & MATSUSHITA, M. Incorporação de Ácido Alfa-linolênico (18: 3n-3) em Surubim-do-Iguaçu (*Steindachneridion melanodermatum*). **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 2017-2025, 2015.
- ZWICKEY, H., HORGAN, A., HANES, D., SCHIFFKE, H., MOORE, A., WAHBEH, H., ... & PURNELL, J. Q. Effect of the Anti-Inflammatory Diet in People with Diabetes and Pre-Diabetes: A Randomized Controlled Feeding Study. *Journal of restorative medicine*, v.8, n.1, 2019.