



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

FÁBIO GOSCINSKI

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE OXIDATIVA,  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E CONDIÇÕES  
HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DOS PRODUTOS CÁRNEOS  
BOVINOS ADICIONADOS COM ÔMEGA-3 E  $\alpha$ -TOCOFEROL**

---

Londrina  
2018

FÁBIO GOSCINSKI

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE OXIDATIVA,  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E CONDIÇÕES  
HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DOS PRODUTOS CÁRNEOS  
BOVINOS ADICIONADOS COM ÔMEGA-3 E  $\alpha$ -TOCOFEROL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina como cumprimento às exigências parciais para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Elza Louko Ida

Londrina  
2018

### Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

G692a Goscinski, Fábio.

Avaliação da estabilidade oxidativa: características físico químicas e condições higiênico sanitárias dos produtos cárneos bovinos adicionados com Omega 3 e  $\alpha$ -Tocoferol / Fábio Goscinski. – Londrina, 2018.

51 f. : il.

Orientador: Elza Iouko Ida.

Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2018.

Inclui bibliografia.

1. Ciências de Alimentos – Teses. 2. Tecnologia de Produtos Cárneos – Teses. 3. Oxidação lipídica – Teses. 4. Ômega 3 – Teses. I. Iouko, Elza Ida. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. III. Título.

CDU 664.91

FÁBIO GOSCINSKI

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE OXIDATIVA, CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS E CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DOS  
PRODUTOS CÁRNEOS BOVINOS ADICIONADOS COM ÔMEGA-3 E  
 $\alpha$ -TOCOFEROL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina como cumprimento às exigências parciais para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

**Banca Examinadora:**

---

Orientadora: Profa. Dra. Elza Louko Ida  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Profa. Dra. Margarida Masami Yamaguchi  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná -  
UTFPR

---

Profa. Dra. Adriana Lourenço Soares Russo  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 04 de julho de 2018.

À Deus pela vida, dons e graças concedidos para eu possa vivenciar mais esta etapa.

À minha namora/noiva/esposa em quem busco motivação, inspiração e admiração no seu companheirismo e incentivo.

À minha mãe por nunca desistir, sempre acreditar para tornar meus objetivos possíveis.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dra. Elza Louko Ida pelo conhecimento, paciência e preciosa orientação, dedicação e ensinamentos. Exemplo de pessoa professora e pesquisadora.

Em memória ao Prof. Dr. Massami Shimokomaki idealizador deste e de tantos outros trabalhos que contribuiu para a nossa formação científica como um todo.

Ao Professor Dr. Rafael Humberto de Carvalho pela contribuição e amizade no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.

Ao prof. Dr. Jesuí Virgílio Visentainer e sua orientada de doutorado Ms. Ingrid de Lima Figueiredo pelo tempo e trabalho disponibilizados

Ao Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos desta Instituição pela confiança e condições oferecidas para a realização deste trabalho

Aos docentes do Programa de Mestrado e Doutorado em Ciência de Alimentos desta Instituição pelos ensinamentos e ajuda dispensada.

Aos funcionários do Departamento de Ciência de Alimentos desta Instituição, em especial à coordenação.

À Coordenação de Medicina Veterinária da UNIFIL pela disponibilização de suas instalações e seus colaboradores nas análises.

Aos integrantes do grupo de pesquisa da Prof<sup>a</sup>. Dra. Elza Louko Ida, Bruna Caroline Gerônimo, Cintia Ladeira Handa, Heloisa Gabriel Falcão, Marcela Fernanda Geton Guelfi, Maria Benine Ramos Silva pelo trabalho em equipe, companheirismo e crescimento pessoal. Aos demais colegas do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, pela amizade e pelos momentos agradáveis durante o mestrado.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram com o desenvolvimento deste trabalho.

GOSCINSKI, F. **Avaliação da estabilidade oxidativa, características físico-químicas e condições higiênico-sanitárias dos produtos cárneos bovinos adicionados com ômega-3 e  $\alpha$ -tocoferol**, 2018. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi obter produtos cárneos bovinos adicionados com óleo de peixe contendo ômega-3,  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E) ou ambos e estes produtos foram embalados à vácuo e armazenados sob refrigeração à 4°C por 30 dias e avaliados quanto a eficiência da injeção com o ômega-3, estabilidade à oxidação lipídica, características físico-químicas e condições higiênico-sanitárias. Foram realizados quatro tratamentos, sendo o tratamento T $\alpha$  (injeção de 100 mg de  $\alpha$ -tocoferol ou vitamina E na solução de salmoura por 100 g de carne), T $\omega$  (injeção de 500mg de óleo de peixe contendo ômega-3 na solução de salmoura por 100g de carne); T $\alpha\omega$  (injeção de 500mg de óleo de peixe contendo ômega-3 e 100 mg de  $\alpha$ -tocoferol ou vitamina E na solução de salmoura por 100g de carne) e TC (controle sem injeção de óleo de peixe ou  $\alpha$ -tocoferol). Os produtos obtidos foram embalados à vácuo, armazenados sob refrigeração a 4°C por zero e 30 dias e avaliados. A adição de óleo de peixe contendo ômega-3 foi eficiente para obter um produto cárneo bovino com maior teor de ômega-3 (EPA+DHA) e pode ser uma alternativa para contribuir com uma dieta equilibrada em ácidos graxos essenciais. As adições de óleo de peixe contendo ômega-3 e  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E) e suas misturas inibiram a oxidação lipídica quando comparadas com o produto cárneo controle. Nos produtos cárneos adicionados e armazenados a 4°C por 30 dias, o pH reduziu sem prejuízos ao produto, os valores de  $a_w$  foram típicos para produtos cárneos *in natura* e apresentaram uma textura mais macia com cor avermelhada em relação ao produto cárneo controle.

**Palavras chave:** Carne bovina DHA. EPA. Óleo de peixe. Oxidação lipídica. vitamina E.

GOSCINSKI, F. **Evaluation of oxidative stability, physicochemical characteristics and hygienic-sanitary conditions beef products added with omega-3 and  $\alpha$ -tocopherol**, 2018. 51 p. Dissertation (Master in Food Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

### **ABSTRACT**

The objective of this work was to obtain bovine beef products injected with fish oil containing omega-3,  $\alpha$ -tocopherol (vitamin E) or both and these products were vacuum packed and stored under refrigeration at 4 ° C for 30 days and evaluated for efficiency of injection with omega-3, stability to lipid oxidation, physical-chemical characteristics and hygienic-sanitary conditions. Four treatments were performed: the T $\alpha$  treatment (injection of 100 mg of  $\alpha$ -tocopherol or vitamin E in the brine solution per 100 g of beef), T $\omega$  (injection of 500 mg of fish oil containing omega-3 in brine solution per 100g of beef); T $\alpha\omega$  (injection of 500mg of fish oil containing omega-3 and 100mg of  $\alpha$ -tocopherol or vitamin E in the brine solution per 100g of beef) and TC (control without injection of fish oil or  $\alpha$ -tocopherol). The products obtained were vacuum packed, stored under refrigeration at 4 ° C for zero and 30 days and evaluated. Injection of omega-3-containing fish oil was efficient to obtain a high-omega-3 (EPA + DHA) injected beef product and may be an alternative to contribute to a balanced diet of essential fatty acids. Fish oil injections containing omega-3 and  $\alpha$ -tocopherol (vitamin E) and their mixtures inhibited lipid oxidation when compared to the control beef product. In the beef products injected and stored at 4 ° C for 30 days, the pH reduced without damage to the product, aw values were typical for beef products in natura and presented a softer texture with reddish color in relation to the control beef product.

**Keywords:** Beef. DHA. EPA. Fish oil. Lipid oxidation. Vitamin E.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Esquema geral do mecanismo da oxidação lipídica .....16
-----------------	---

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b>	Teor de (EPA + DHA) injetados com óleo de peixe contendo ômega-3 nos produtos cárneos armazenados a 4°C por zero e 30 dias .....	47
<b>Tabela 2:</b>	Medidas de oxidação lipídica* de produtos cárneos injetados e armazenados sob refrigeração a 4°C por 30 dias .....	48
<b>Tabela 3:</b>	Medidas de pH, $a_w$ , CRA e textura de produtos cárneos injetados e armazenados a 4°C por 30 dias .....	49
<b>Tabela 4:</b>	Medidas de cor dos produtos cárneos injetados e armazenados sob refrigeração a 4°C por 30 dias .....	50

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>13</b>
3.1	Aspectos Gerais da Carne Bovina.....	13
3.2	Propriedades Químicas, Fontes e Obtenção de Ácidos Graxos.....	14
3.3	Oxidação Lipídica .....	16
3.4	Importância dos Ácidos Graxos na Saúde.....	17
3.5	Aplicação de Antioxidantes em Produtos Cárneos.....	20
3.6	Vitamina E como Antioxidante .....	22
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>ARTIGO CIENTIFICO</b> .....	<b>31</b>
	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>32</b>
	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>33</b>
	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>38</b>
	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de carne bovina é a segunda maior atividade do setor agropecuário, perdendo apenas para a carne de frango, e apresenta um crescimento no consumo atingindo 38,6% de participação no mercado de carnes. A média anual de consumo de carne bovina foi acima de 37 kg por habitante e a produção total foi de 9,2 milhões de toneladas colocando o Brasil como líder de exportação com mais de 750 mil toneladas (ABPA, 2017; BRASIL, 2018).

A carne bovina além de ser um produto muito consumido é considerada como um alimento rico em nutrientes e umas das principais fontes de proteínas da dieta humana. Em geral, a composição química é estável, sendo que o teor de gordura difere de acordo com o estado nutricional, condição sexual, raça e alimentação dos animais. A gordura da carne bovina é constituída principalmente de ácidos graxos saturados (DE OLIVEIRA et al., 2012).

Nas últimas décadas, a população mundial tem adotado um estilo de vida que é composta por hábitos que podem ser prejudiciais à saúde, tais como altos níveis de estresse, sedentarismo e alimentação rica em sódio, açúcar e gorduras. Concomitantemente ao elevado consumo de gorduras saturadas e óleos, há um desequilíbrio na ingestão de fontes de ômega-3 e ômega-6 e essas gorduras são ricas em ácido linoleico (DECKELBAUM & TORREJON, 2012).

O aumento no consumo de ácidos graxos do grupo ômega-3 está diretamente associado com o combate e prevenção de doenças dos tempos modernos. Os principais benefícios do consumo diário desse tipo de lipídeo são a prevenção no tratamento do câncer, melhorias no sistema cognitivo, redução da pressão e esclerose arterial, sendo que as principais fontes são: o óleo de canola, linhaça e de peixes, preferencialmente de águas frias (VIDAL et al., 2012.).

O uso de antioxidantes como a vitamina E, juntamente com fontes de ômega-3 é uma alternativa para retardar as reações de oxidação dos ácidos graxos insaturados. Em produtos enriquecidos, pode impedir às alterações nas características sensoriais do alimento e preservar os benefícios funcionais voltados a saúde do consumidor (DECKER; FAUSTMAN; LOPEZ-BOTE, 2000).

## 2 OBJETIVOS

Obter produtos cárneos bovinos injetados com óleo de peixe contendo ômega-3,  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E) ou ambos e embalados a vácuo e armazenados sob refrigeração a 4°C por 30 dias.

Avaliar os produtos quanto à eficiência da injeção com o ômega-3, estabilidade à oxidação lipídica, características físico-químicas e condições higiênico-sanitários.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 Aspectos Gerais da Carne Bovina

Nos últimos anos, o cenário brasileiro da produção de carne bovina tem sido destacado como umas das atividades mais relevantes do setor agropecuário. Neste contexto em 2017, foram abatidos cerca de 30 milhões de bovinos, sendo que 38,6% para atender o mercado nacional. No Brasil, a carne bovina é a segunda mais consumida, cujo consumo per capita foi acima de 37 kg ao ano, sendo que a primeira é a carne de frango com consumo per capita de 43 kg ao ano (ABPA, 2017).

A composição química da carne pode variar de acordo com a dieta dos animais, sendo que o teor de proteínas, umidade e minerais geralmente são constantes e independem das dietas. Porém, o teor e a composição dos lipídeos podem variar em função da alimentação dos animais que ingerem os alimentos ricos em ácidos graxos insaturados e estes animais, apresentam uma tendência de reproduzir esse incremento em seus produtos (FERNANDES et al., 2009). Em geral, e dependendo do corte, a composição média da carne bovina é de 70% de umidade, 20% de proteínas, 1% de cinzas e de 4% a 12% de lipídeos (TORRES et al., 2000).

A produção de derivados cárneos visa várias finalidades, tais como, a conservação, fabricação de novos produtos e adição ou enriquecimento de compostos de interesse (PARDI et al., 1996). Assim, a inclusão do ômega-3 (EPA e DHA) em um produto nobre e de consumo diário do brasileiro, como a carne bovina, pode ser uma alternativa viável para incrementar as ingestões em quantidades regulares e

adequadas desta substância que apresenta efeitos benéficos a saúde. Os benefícios à saúde humana da adição de ômega-3 na dieta têm sido comprovados em alimentos como peixes, principalmente os de água fria (AGOSTINI; MORENO; SHAMIR, 2016) e este novo produto poderia ser incluído no segmento de produtos funcionais. A preferência de alimentos funcionais pelos consumidores tem ocupado um espaço maior devido a adesão à ideia de nutrição e saúde (NIVA, 2007; MENRAD, 2003).

### 3.2 Propriedades Químicas, Fontes e Obtenção de Ácidos Graxos

Os lipídeos são formados de três moléculas de ácidos graxos ligadas a uma molécula de glicerol por ligações do tipo ésteres. As propriedades dessas gorduras são definidas pelas características da composição dos ácidos graxos (VIANNI & BRAZ-FILHO, 1996).

O lipídeo é um macronutriente essencial para o organismo dos seres vivos e está envolvido com diversas funções biológicas e manutenção da homeostase. Dentre as principais funções dos lipídeos destacam-se o metabolismo energético, a manutenção da temperatura corpórea nos homeotérmicos e as propriedades estruturais em nível de membrana celular (HANN, MARTINS & DIAS, 2014).

Os ácidos graxos podem variar no comprimento da cadeia hidrocarbônica, ou seja, de 4 até 36 carbonos (C4 – C36) e na quantidade de duplas ligações entre os carbonos. Com relação ao tipo e quantidade de ligações entre os carbonos, os ácidos graxos são denominados de saturados (apenas ligações simples), insaturados (uma dupla ligação) ou polinsaturados (mais de uma dupla ligação). A nomenclatura dos ácidos graxos pode ser representada de forma numérica, como por exemplo, 18:0, o primeiro algarismo (18) representando o tamanho da cadeia carbônica, C18 e o segundo (0) o número de duplas ligações presentes e neste caso, trata-se de um ácido graxo saturado (AGS). Para os ácidos graxos insaturados (AGI) ou polinsaturados (AGPI) a representação numérica segue a forma 18:2 n-3, indicando o comprimento da cadeia de 18 carbonos e trata-se de um AGPI que apresenta duas duplas ligações, sendo que a primeira dupla ligação encontra-se entre o terceiro e o quarto carbono enumerado a partir do grupo carboxila (NELSON; COX, 2006).

Em geral, os ácidos graxos podem ser sintetizados pelo organismo, porém existem alguns que são obtidos apenas por meio de dietas e estes, portanto, são considerados como essenciais (SARGENT et al., 2003). O ácido graxo linoleico (C18:2 n-6) pertence a classe dos ômega-6 ou  $\omega$ -6, enquanto que o ácido graxo linolênico (C18:3 n-3), o ácido eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosahexaenoico (DHA) são da classe ômega-3 ou  $\omega$ -3 (PERIZ, 2009). O ácido graxo do tipo ômega-6 está presente em óleos vegetais como o óleo de soja, milho e girassol e são consumidos principalmente por meio de dietas dos ocidentais (GARÓFOLO & PETRILLI, 2006). Os ácidos graxos do tipo ômega-3 são encontrados nas gorduras dos peixes, sardinhas, salmão, caviar e óleos de canola e linhaça (FETT et al., 2001).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o Brasil apresenta um grande potencial na aquicultura devido a sua extensão de litoral, grandes rios e lagos o que nos permite uma produção de pescado tanto extrativista como comercial e nas próximas décadas há projeção de que o país estará entre os maiores produtores de pescado no mundo (FAO, 2016). As indústrias de pescado geram um resíduo rico em óleos e proteínas e o beneficiamento varia de acordo com a espécie, grau de desenvolvimento dos animais e tipo de cortes (VIDOTTI, 2011). Estes resíduos têm sido destinados à alimentação animal ou humano, produção de fertilizantes ou produtos químicos e combustíveis, sendo que a extração de óleos essenciais como o ômega-3 pode agregar valor (FELTES et al.; 2010).

O rendimento médio de resíduos de peixe é de 10 a 15% em relação ao peso dos peixes vivos e estes são constituídos principalmente de vísceras e outros 25% de partes da cabeça, rabo, etc. (STANSBY, 1968; BRUCSHI, 2001). O rendimento de extração de óleo é cerca de 70% do peso do material utilizado (BERY, 2012).

Segundo Segura (2012) a extração de óleos de resíduos de peixes de água doce envolve várias etapas como aquecimento, pré-filtragem, prensagem ou centrifugação, fracionamento em fase líquida e refinamento do óleo utilizando separadores especiais. O rendimento médio do óleo extraído de diferentes espécies de peixe e de cada parte foi de 13, 27 e 43% de óleo extraído de Pacu, Curimbatá e Truta arco-íris, respectivamente. O teor de ácidos graxos também diferiu de acordo com a espécie do peixe, sendo que o peixe Curimbatá apresentou maior teor de ácidos

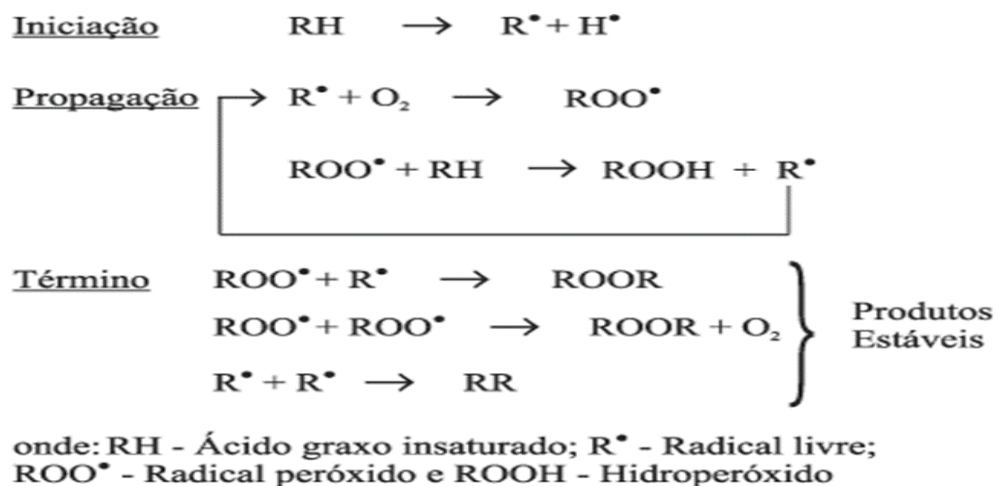
graxos ômega-3 do que a Truta e Pacu que apresentaram maior grau de saturação nas suas frações lipídicas.

### 3.3 Oxidação Lipídica

Os lipídeos insaturados são mais susceptíveis ao processo de degradação, principalmente nos processos oxidativos que podem ocorrer por diferentes vias e conferir aos produtos algumas características indesejáveis como cor, sabor e aroma (COSGROVE; CHURCH; PRYOR, 1987; KUBOW, 1993).

A auto oxidação é a principal forma de oxidação lipídica e foi descrita por Farmer e seus colaboradores em 1942 como uma sequência de três eventos (Figura 1) conforme seguem: (1) Iniciação: ocorre a formação de radical livre a partir da retirada de um hidrogênio de um carbono alílico favorecido pela luz ou calor; (2) Propagação: os radicais livres formados são extremamente instáveis e susceptíveis ao ataque do oxigênio atmosférico dando origem a outros radicais livres e aos primeiros subprodutos da oxidação lipídica e (3) Término: dois radicais combinam-se para formação de um produto estável.

**Figura 1** Esquema geral do mecanismo da oxidação lipídica



Fonte: RAMALHO; JORGE; (2006)

Para evitar a oxidação lipídica, todos os fatores que a desencadeiam devem ser reduzidos, principalmente a exposição à luz, calor e presença de oxigênio mantendo

desta forma, na possível energia mais reduzida e evitando assim, a formação dos radicais livres (JORGE, 1998).

A principal maneira de se controlar esse fenômeno espontâneo ou induzido de oxidação é o uso dos conhecidos antioxidantes. Há relatos que os povos antigos do século 19 já lançavam mão de produtos naturais para a conservação da gordura animal e que mais tarde, descobriu-se que a presença de destas moléculas apresentavam uma capacidade antioxidante (SHAHIDI, 2005). Atualmente, há dezenas de moléculas com propriedades antioxidantes, sejam elas sintéticas ou naturais, ou novas moléculas têm sido investigadas.

Um produto cárneo preparado ou processado é aquele cuja característica original da carne *in natura* foi alterada de forma intencional. A legislação brasileira por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece no informe técnico nº 63/2014 que a restrição do uso do termo “alimento rico em ômega-3” é apenas para alimentos que oferecem comprovadamente quantidade superior a 80 mg de ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosahexaenoico (DHA) por porção (100g) de alimento pronto para o consumo (BRASIL, 2014).

### 3.4 Importância dos Ácidos Graxos na Saúde

Ambos os ácidos graxos, ômega-3 e ômega-6 estão incorporados na membrana fosfolipídica das células e são precursores da síntese de eicosanoides. Os eicosanoides são hormônios mediadores do processo inflamatório, resultante da ação de desaturases e elongases que transformam o ácido linoleico em ácido araquidônico e o ácido linolênico em eicosapentaenoico. O ácido araquidônico participa da via das cicloxigenases e o eicosapentaenoico das lipoxigenases. Sendo que a via das cicloxigenases está intimamente envolvida com a resposta inflamatória das células e as lipoxigenases tem efeito contrário e atua como anti-inflamatório (PERIZ, 2009). A relação entre os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 é competitiva nos sítios ativos de conversão das enzimas elongases e a presença do ácido linoleico dominante e com maior afinidade enzimática inibe a síntese de eicosanoides anti-inflamatórios formados a partir do ômega-3 (FURST, 2002).

A inflamação crônica tem sido associada ao desenvolvimento de diversas doenças sistêmicas como diabetes, câncer, demência e doenças do sistema cardiovascular. Portanto, reduzir os excessos no consumo de ômega-6 e aumentar a ingestão do ômega-3 pode prevenir o aparecimento e severidade dessas enfermidades (LORENTE-CEBRIÁN et al, 2013).

A suplementação de ômega-3 por 90 dias e administração de placebo em um grupo de 104 pacientes ocasionou uma ação sinérgica do ácido graxo aos medicamentos tradicionais para controle de diabetes. O componente funcional por meio da sua ação anti-inflamatória aumentou a sensibilidade das células à insulina e favoreceu o metabolismo da glicose (UDUPA, 2013). Virtanen et al. (2014) realizaram um estudo na Finlândia com mais de 2.000 homens por 20 anos utilizando marcadores de ômega-3 séricos e observaram que a maior concentração desse ácido graxo reduziu em 33% de chances desses indivíduos desenvolverem diabetes do tipo 2. O desenvolvimento de esteatose hepática e resistência à insulina foram observados por Lazic et al. (2014) em estudos com camundongos submetidos com dietas de proporções elevadas de ômega-6/ômega-3, 11:1. Entretanto, observaram um efeito protetor no fígado à esteatose, quando inverteu essa relação na dieta para esses roedores de 2:7.

A ação anticancerígena do ômega-3 é devido ao estímulo à morte de células que se multiplicam desordenadamente, no qual foi reconhecido e comprovado *in vitro* que o aumento na ingestão de ômega-3 promoveu a apoptose por autofagia de células mutagênicas (SHIN et al., 2013). Esta mesma teoria de apoptose foi confirmada com a indução de câncer de mama em ratas submetidas a dietas ricas em gorduras e outra rica em ômega-3, que se mostrou eficaz em reduzir os efeitos inflamatórios das células adiposas da glândula mamária desencadeado pelo tumor e inibir a progressão do tumor (CHUNG et al., 2015).

Em Washington (EUA), Kantor et al. (2014) realizou uma pesquisa sobre o consumo de ômega-3 na dieta com 70.000 americanos entre 50 e 76 anos de idade por três anos e verificou que em especial os homens que ingeriram rotineiramente os suplementos a base de óleo de peixe, tiveram uma chance de 49% a menos de desenvolver câncer de colo retal.

A doença de Alzheimer é uma patologia neurodegenerativa, multifatorial e complexa caracterizada pela perda progressiva das capacidades cognitivas. A patologia inicial inclui a neuroinflamação provocada por estresse oxidativo e homeostase desregulada com disfunção sináptica e danos a espinha dendrítica seguida de podas sinápticas que levam a demência (ULRICH, HOLTZMAN & TREM, 2016).

Segundo Zanardo, Spexoto e Coutinho (2014) o consumo de ômega-3 beneficia na prevenção e redução de sintomas da doença de Alzheimer devido à proteção das membranas celular ao processo oxidativo. A suplementação de óleos de peixe na dieta de humanos retardou o desenvolvimento de doença cognitiva e funcional, além de proporcionar melhorias nas atividades diárias de indivíduos que se encontraram na fase inicial da doença de Alzheimer (SHINTO et al, 2014). Os ácidos graxos como o ômega-3 têm sido utilizados devido a capacidade de reduzir o processo neuroinflamatório responsável pelo desenvolvimento de Alzheimer (BAZAN, 2016).

Os mecanismos de controle da pressão arterial estão baseados no sistema renina-angiotensina-aldosterona e o ômega-3 apresenta a capacidade supressora da aldosterona (FISHER et al., 2008). O uso de ômega-3 com o objetivo de reduzir a pressão arterial se mostrou eficaz nos casos de pacientes com grau leve da doença e que consumiram níveis acima de 500 mg de ácido linolênico/dia (CABO ALONSO & MATA, 2012). Segundo Simão et al (2013) no Brasil os dados do Ministério da Saúde revelaram um estado pandêmico de morbimortalidade por doenças cardiovasculares, e que o presente cenário foi o resultado da soma de fatores socioculturais na ingestão de alimentos ricos em gorduras e sedentarismo com desenvolvimento de obesidade e diabetes. Considerando os benefícios da ingestão diária de ômega-3 por grupo de população, Lane et al. (2014) elaboraram um quadro (Quadro 1) com referências de ingestão diária de Omega-3 para os diferentes grupos da população.

Tagetti et al. (2015) avaliaram 3550 pacientes dos mais variados fenótipos e não determinaram uma interação específica da redução de pressão arterial com um grupo fenotípico e concluíram que há um forte indício de que o consumo constante de ômega-3 tem efeito sobre a manutenção da pressão arterial em níveis mais baixos.

**Quadro 01** - Recomendação de ingestão diária de ômega-3 por grupo de população\*

População	Ingestão Recomendada	Fontes
Homens (19-70 anos)	1,6 g/d ALA	Institute of Medicine of the National Academies, (2002)
Mulheres (19-70 anos)	1,1 g/d ALA	Institute of Medicine of the National Academies, (2002)
Adultos saudáveis	0,7% da energia ou 0,5g/d LC3PUFA	International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids, (2004)
Adultos saudáveis	0,45d/d LC3PUPA de óleo de peixe	Scientific Advisory Committee on nutrition, (2004)
Adultos saudáveis (manutenção das concentrações de LC3PUFA)	350 – 400mg/d EPA/DHA 900mg/d ALA	Bjerve et al., (1989)
Pacientes com doença coronariana	1g/d EPA/DHA	Kris-Etherton et al. (2002)
Promoção da saúde cardiovascular	250mg/d LC3PUFA	Musa-Veloso et al. (2011)
Gestantes	0,2g/d DHA	Koletzko et al. (2008)
Lactantes	0,2g/d DHA	Koletzko et al. (2008)
Crianças não lactentes	0,2 – 0,5g/d	Koletzko et al. (2008)

ALA: ácido alfa-linolênico, PUFA: ácido graxo polinsaturado, EPA: ácido eicosapentaenoico, DHA: ácido docosaenoico

\*Fonte: LANE; DERBISHIRE (2014)

### 3.5 Aplicação de Antioxidantes em Produtos Cárneos

A oxidação lipídica ou proteica é a principal causa de deterioração não microbiológica envolvida no armazenamento de produtos cárneos. Isso porque as gorduras e proteínas são sensíveis à ação do oxigênio devido a redução dos níveis de antioxidantes endógenos após o abate (KARAKAYA; BAYRAK & ULUSOY, 2011).

Para retardar a oxidação lipídica a indústria tem adicionado aos produtos os antioxidantes exógenos que podem ser sintéticos ou naturais. Os antioxidantes sintéticos apresentam diversos malefícios à saúde do consumidor e por essa razão vem aumentando o uso e a procura por novos aditivos de origem natural (LEÃO, et. al. 2017).

Alguns dos antioxidantes utilizados em produtos alimentícios são o hidroxitolueno (BHT), hidroxianisol butilato (BHA), propil galato (PG) e o tercio butil hidroquinona (TBHQ), todos esses de origem sintética e utilizados ao longo dos anos pela indústria cárnea para controlar a reação de oxidação lipídica (MARIUTTI & BRAGAGNOLO, 2009). O mecanismo de ação é similar entre os mesmos e agem na reação de oxidação reduzindo a formação dos radicais iniciadores ou sequestrando radicais livres formados, desta forma preservam as características sensoriais da carne fresca e prolongam o tempo de validade dos produtos (JAYASENA & JO, 2014).

No entanto o uso de antioxidantes sintéticos tem sido associado ao desenvolvimento de efeitos carcinogênicos ou prejudiciais à saúde, tais efeitos fizeram que diversos países restringissem ou até proibissem o uso desses aditivos e que a população buscasse alternativas mais saudáveis e naturais nos produtos consumidos (AHMAD et. al. 2015).

O uso de inúmeras fontes naturais com propriedades antioxidantes estão sendo pesquisadas para substituir o uso de agentes sintéticos, como exemplo os compostos fenólicos, flavonoides e tocoferóis, dentre este a vitamina-E que garantem um melhor prazo de validade em produtos cárneos sem oferecer riscos a saúde (SAMPAIO et al, 2012)

A maior parte desses aditivos naturais são obtidos de fontes vegetais, frutas, sementes ou folhas (BREWER, 2011) e podem ser incorporados em produtos cárneos por meio da suplementação na dieta dos animais que darão origem a matéria prima ou diretamente incluídos na formulação dos produtos. Em ambos os casos o uso desses antioxidantes naturais é eficaz no controle da oxidação lipídica e conservação dos produtos cárneos (NKUKWANA et al, 2014).

O perfil de ácidos graxos é determinante na oxidação lipídica e as carnes com altos valores de gorduras insaturadas apresentam um valor de substâncias reativas ao tiobarbitúrico (TBARS) maior durante o armazenamento do que as carnes com maior índice de saturação. Porém, na carne de ruminantes alimentados a pasto, mesmo apresentando um número maior de duplas ligações na porção lipídica do que os o produto de animais de confinamento, a oxidação lipídica é mais lenta devido a maior concentração de antioxidantes naturais presentes na dieta como o tocoferol (DE LIMA JUNIOR et al, 2013). O tocoferol é um antioxidante não enzimático capaz de

interromper o processo de oxidação com radicais livres, removendo os radicais peróxil e protegendo os ácidos graxos insaturados e a membrana lipoproteica das células (MOCCHIGIANI et al, 2014).

O uso de antioxidantes naturais exógenos em produtos cárneos e seus efeitos benéficos em diferentes produtos de diferentes matrizes de origem animal têm sido amplamente investigados (CHEN et al., 1999; LEÃO 2017), comprovaram os efeitos antioxidantes do uso de carotenoides obtidos do urucum em produtos cárneos, o uso de  $\alpha$ -tocoferol como antioxidante durante o processo de salga em charques de carne bovina teve efeito similar ao de outro antioxidante sintético, BHT.

A adição de  $\alpha$ -tocoferol na elaboração de salsicha com carne de ave e suína proporcionou uma proteção antioxidante significativa em relação as amostras controle sem adição do antioxidante e foi mais eficiente do que os antioxidantes sintéticos BHA e BHT em retardar a oxidação (RESSURRECCION & REYNOLDS, 1990).

O'Grady et al. (2000) aplicaram o  $\alpha$  tocoferol e observaram um efeito de redução da oxidação lipídica em carnes bovinas armazenadas com atmosfera modificada com altos níveis de oxigênio.

### 3.6 Vitamina E como Antioxidante

O  $\alpha$ -tocoferol é utilizado como sinônimo de vitamina E por ser biologicamente o mais ativo e representa cerca de 90% da vitamina E do organismo. Os demais componentes mesmo sendo absorvidos são menos reconhecidos pela proteína transportadora de tocoferol no fígado (BENDICH, 2001)

O  $\alpha$ -tocoferol, composto principal dos 8 elementos que formam o grupo das vitaminas E é um importante antioxidante natural lipofílico que interage com as gorduras e reage com o oxigênio e radicais livres preservando os ácidos graxos de cadeia insaturada da oxidação (TRABER, 2014). Esses mesmos ácidos graxos são encontrados em membranas celulares e assim a vitamina E tem um papel importante no retardo e prevenção de doenças degenerativas como câncer, cardiopatias e algumas patologias do sistema nervoso como o Alzheimer (LI et al, 2015).

Além das ações antioxidativas, a vitamina E desempenha funções essenciais ao organismo como moduladora da atividade de diversas proteínas como quinases, fosfolipases e fosfatases. Regula a transdução do gene CD36, SR-BI e SR-AI/II e atua na montagem da matriz extracelular do tecido cardiocirculatório e inibe a agregação plaquetária (ZINGG & AZZI, 2004).

As principais fontes alimentícias de vitamina E são os óleos vegetais extraídos de oleaginosas, grãos e castanhas e além desses óleos, as frutas e verduras são ricas nesse composto e dos produtos de origem animal destacam-se os lácteos, ovos e fígado como fontes dessa vitamina (GUINAZI et al, 2009)

De acordo com a RDC 269/2005 da ANVISA a ingestão diária recomendada de vitamina E para um adulto saudável é de no mínimo 10 mg/dia. A deficiência deste nutriente é relacionada a problemas em todos os sistemas do organismo, problemas reprodutivos, deficiência imunológica, aumento do colesterol LDL (Lipoproteínas de Baixa Densidade), lesões em artérias, alterações neurológicas e aparecimento precoce de câncer (PITA, 1997).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTONI, C; MORENO, L; SHAMIR, R. Palmitic Acid and Health: Introduction. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 56, n. 12, p. 1941-1942, 2016.

AHMAD, S.R.; et al. Fruit-based natural antioxidants in meat and meat products: a review. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 55, n. 11, p. 1503-1513, 2015.

Associação Brasileira de Proteína animal (ABPA), Relatório Anual, 2017 disponível em <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2017> acesso em 13 de junho de 2018.

BAZAN, N.G. Omega-3 fatty acids and neuroinflammation in Alzheimer's disease: the unraveling of neurorestorative cell signaling. **Future Neurology**, v. 11, n. 2, p. 99-103, 2016

BENDICH, A. Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids institute of medicine Washington, DC: National Academy Press, 2000 ISBN: 0-309-06935-1. **Nutrition**, v. 17, n. 4, p. 364, 2001.

BERY, C.C. Estudo da viabilidade do óleo de vísceras de peixes marinhos *Seriola Dumerlii* (arabaiana), *Thunnus ssp* (atum), *Scomberomorus cavala* (cavala) e *Carcharrhinus spp* (cação) comercializados em Aracaju-SE para a produção de biodiesel. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 2, n. 3, p. 297-306, 2012.

BRASIL. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) Informe Técnico n. ° 63, de 03 de outubro de 2014. Aprova o “Esclarecimentos sobre adição de ingredientes fontes de EPA e DHA em alimentos e bebidas”. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 out. seção 1, p. 44-50, 2014.

BRASIL. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) Resolução RDC n. ° 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o “Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos Para Alimentos”. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 jan. seção 1, p. 45-53, 2001

BRASIL. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) Resolução RDC n. ° 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais”. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 set. seção 1, p. 43-51, 2005

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) <[http://sigsif.agricultura.gov.br/sigsif\\_cons/!ap\\_abate\\_estaduais\\_cons?p\\_select=SIM](http://sigsif.agricultura.gov.br/sigsif_cons/!ap_abate_estaduais_cons?p_select=SIM)> acesso em 13 de junho de 2018

BRUSCHI, F. L. F. Rendimento, composição química e perfil de ácidos graxos de pescados e seus resíduos: uma comparação. **Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí. (monografia)**, 2001.

CABO, J.; ALONSO, R.; MATA, P. Omega-3 fatty acids and blood pressure. **British Journal of Nutrition**, v. 107, n. 2, p. 195-S200, 2012.

CHEN, X.; et al. Lipid oxidation, volatiles and color changes of irradiated pork patties affected by antioxidants. **Journal of Food Science**, v. 64, n. 1, p. 16-19, 1999.

- CHUNG, H.; et al. Omega-3 fatty acids reduce obesity-induced tumor progression independent of GPR120 in a mouse model of postmenopausal breast cancer. **Oncogene**, v. 34, n. 27, p. 3504, 2015.
- COSGROVE, J. P.; CHURCH, D. F.; PRYOR, W. A. The kinetics of the autoxidation of polyunsaturated fatty acids. **Lipids**, v. 22, n. 5, p. 299-304, 1987.
- DECKELBAUM, R. J. & TORREJON, C. The Omega-3 Fatty Acid Nutritional Landscape: Health Benefits and Sources–3. **The Journal of nutrition**, v. 142, n. 3, p. 587-591, 2012.
- DECKER, E. A.; FAUSTMAN, C.; LOPEZ-BOTE, C. J. **Antioxidants in muscle foods: nutritional strategies to improve quality**. John Wiley & Sons, 2000.
- DE OLIVEIRA, R. R.; et al. Antioxidantes naturais em produtos cárneos. **PUBVET**, v. 6, n.10, p.1319-1324, 2016.
- ERDMAN, J. W.; et al. Present knowledge in nutrition. **Present knowledge in nutrition**, Washington, D C, ILSI Press, ed. 10, 2012.
- FERNANDES, A. R. M.; et al. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p. 705-712, 2009.
- FELTES, M.; et al. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 14, n. 6, p. 669-677, 2010.
- FETT, C. A.; et al. Suplementação de ácidos graxos ômega-3 ou triglicerídios de cadeia média para indivíduos em treinamento de força. **Motriz**, v. 7, n. 2, p. 83-91, 2001.
- FISCHER, R.; et al. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and direct renin inhibition improve electrical remodeling in a model of high human renin hypertension. **Hypertension**, v. 51, n. 2, p. 540-546, 2008.
- FÜRST, P. The striking diet of the island of Crete: lipid nutrition from the palaeolithic to the affluent modern society. **Clinical nutrition**, v. 21, p. 9-14, 2002.
- GARÓFOLO, A & PETRILLI, A. S. Balanço entre ácidos graxos ômega-3 e 6 na resposta inflamatória em pacientes com câncer e caquexia. **Revista de Nutrição**, v.19 n.5, p.611-621 2006.
- GONÇALVES, A. A. Tecnologia do Pescado. **Ciência, Tecnologia; Inovação. Legislação**, 1ª Edição, São Paulo. 2011.
- GUINAZI, M.; et al. Tocoferóis e tocotrienóis em óleos vegetais e ovos. **Química Nova**, v. 32, n. 8, p. 2098-103, 2009.
- HANN, V. B.; MARTINS M. S.; DIAS, R. L. Termogênicos: uma revisão sistemática sobre o uso de óleo de coco, óleo de cártamo e CLA. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 8, n. 43, p. 10-19, 2014.

- JAYASENA, D. D. & JO, C. Potential application of essential oils as natural antioxidants in meat and meat products: a review. **Food reviews international**, v. 30, n. 1, p. 71-90, 2014.
- JORGE, N. & GONÇALVES, L. A. G. Aditivos utilizados em óleos e gorduras de frituras. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n. 1, p. 40-47, 1998.
- JÚNIOR, D. M. L.; et al. Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 1, p. 14-28, 2013.
- KANTOR, E. D.; et al. Long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acid intake and risk of colorectal cancer. **Nutrition and cancer**, v. 66, n. 4, p. 716-727, 2014.
- KARAKAYA, M.; BAYRAK, E.; ULUSOY, K. Use of natural antioxidants in meat and meat products. **Journal of Food Science and Engineering**, v. 1, n. 1, p. 1, 2011.
- KUBOW, S. Lipid oxidation products in food and atherogenesis. **Nutrition reviews**, v. 51, n. 2, p. 33-40, 1993.
- LANE, K.; et al. Bioavailability and potential uses of vegetarian sources of omega-3 fatty acids: a review of the literature. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 54, n. 5, p. 572-579, 2014.
- LAZIC, M.; et al. Reduced dietary omega-6 to omega-3 fatty acid ratio and 12/15-lipoxygenase deficiency are protective against chronic high fat diet-induced steatohepatitis. **PLoS one**, v. 9, n. 9, p. e107658, 2014.
- LEÃO, L. L.; et al. Uso de antioxidantes naturais em carnes e seus subprodutos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 94-100, 2017.
- LI, Y.; et al. Effects of vitamin E from supplements and diet on colonic  $\alpha$ - and  $\gamma$ -tocopherol concentrations in persons at increased colon cancer risk. **Nutrition and cancer**, v. 67, n. 1, p. 73-81, 2015.
- LORENTE-CEBRIÁN, S.; et al. Role of omega-3 fatty acids in obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular diseases: a review of the evidence. **Journal of physiology and biochemistry**, v. 69, n. 3, p. 633-651, 2013.
- MARIUTTI, L. R. B & BRAGAGNOLO, N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*) e de alho (*Allium sativum*) como antioxidantes naturais. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 68, n. 1, p. 1-11, 2009.
- MENRAD, K. Market and marketing of functional food in Europe. **Journal of food engineering**, v. 56, n. 2-3, p. 181-188, 2003.
- MOCHEGANI, E.; et al. Vitamin E–gene interactions in aging and inflammatory age-related diseases: Implications for treatment. A systematic review. **Ageing research reviews**, v. 14, p. 81-101, 2014.
- NELSON, D. L. & COX, M. M. L. *Principios de Bioquímica*—6ª Edición. 2014.

- NIVA, M. 'All foods affect health': understandings of functional foods and healthy eating among health-oriented Finns. **Appetite**, v. 48, n. 3, p. 384-393, 2007.
- NKUKWANA, T. T.; et al. Fatty acid composition and oxidative stability of breast meat from broiler chickens supplemented with *Moringa oleifera* leaf meal over a period of refrigeration. **Food Chemistry**, v. 142, p. 255-261, 2014.
- PARDI, M. C.; et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. CEGRAF-UFG, 1996.
- PITA, R. G. Funciones de la vitamina E en la nutrición humana. **Rev. cubana alimentacion y nutricion**, v. 11, n. 1, p. 46-57, 1997.
- RAMALHO, V. C. & JORGE, N. Antioxidants used in oils, fats and fatty foods. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.
- SAMPAIO, G. R.; et al. Effect of natural antioxidant combinations on lipid oxidation in cooked chicken meat during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 135, n. 3, p. 1383-1390, 2012.
- SARGENT, J. R.; TOCHER, D. R.; BELL, J. G. The lipids. In: **Fish Nutrition**, ed. 3, p. 181-257, 2003.
- SEGURA, J. G. Extração e caracterização de óleos de resíduos de peixes de água doce. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo. 2012
- SHAHIDI, Fereidoon. *Bailey's industrial oil and fat products: Volume 1, Edible Oil and Fat Products: Chemistry, Properties, and Health Effects*. Hoboken. 2005.
- SHIN, S.; et al. The omega-3 polyunsaturated fatty acid DHA induces simultaneous apoptosis and autophagy via mitochondrial ROS-mediated Akt-mTOR signaling in prostate cancer cells expressing mutant p53. **BioMed research international**, v. 2013, 2013.
- SHINTO, L.; et al. A randomized placebo-controlled pilot trial of omega-3 fatty acids and alpha lipoic acid in Alzheimer's disease. **Journal of Alzheimer's Disease**, v. 38, n. 1, p. 111-120, 2014.
- SPOSITO, A. C.; et al. IV Diretriz brasileira sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 88, p. 2-19, 2007.
- STANSBY, M. E. *Tecnología de la industria pesquera: una revisión de los métodos utilizados en la captura, conservación y tratamiento del pescado utilizado como alimento y como base de productos industriales*. 1968.
- TAGETTI, A.; et al. Intakes of omega-3 polyunsaturated fatty acids and blood pressure change over time: Possible interaction with genes involved in 20-HETE and EETs metabolism. **Prostaglandins & other lipid mediators**, v. 120, p. 126-133, 2015.
- TORRES, E. A. F. S.; et al. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. 145-150, 2000.

- UDUPA, A.; et al. A Comparative Study of Effects of Omega-3 Fatty Acids, Alpha Lipoic Acid and Vitamin E in Type 2 Diabetes Mellitus. **Annals of medical and health sciences research**, v. 3, n. 3, p. 442-446, 2013.
- ULRICH, J. D. & HOLTZMAN, D. M. TREM2 function in Alzheimer's disease and neurodegeneration. **ACS chemical neuroscience**, v. 7, n. 4, p. 420-427, 2016.
- VIANNI, R. & BRAZ-FILHO, R. Ácidos graxos naturais: importância e ocorrência em alimentos. **Química nova**, n. 19, v. 4, 1996.
- VIDAL, A. M.; et al. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. **Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT**, v. 1, n. 1, p. 43-52, 2012.
- VIRTANEN, J. K.; et al. Serum omega-3 polyunsaturated fatty acids and risk of incident type 2 diabetes in men: the Kuopio Ischemic Heart Disease Risk Factor study. **Diabetes Care**, v. 37, n. 1, p. 189-196, 2014.
- WHIPPLE, G.; et al. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 9, p. 2716-2728, 1990.
- XIONG, Y. L. Protein oxidation and implications for muscle food quality. **Antioxidant in Muscle Foods**, Chichester, UK: Wiley, v.3, p. 85-111, 2000.
- ZANARDO, P. B; SPEXOTO, M. C. B; COUTINHO, V. F. Benefícios do ômega-3 ( $\Omega$ -3) na Doença de Alzheimer. **Inova Saúde**, v. 3, n. 1, 2014.
- ZINGG, J. & AZZI, A. Non-antioxidant activities of vitamin E. **Current medicinal chemistry**, v. 11, n. 9, p. 1113-1133, 2004.

#### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

O item MATERIAL E MÉTODOS será contemplado na descrição do Artigo Científico intitulado “Produtos Cárneos Bovinos Adicionados com Ômega 3,  $\alpha$ -Tocoferol: Avaliação da Estabilidade Oxidativa, Características Físico-Química e Condições Higiênicas-Sanitárias” e submetido para publicação em um periódico científico da área de Ciência de Alimentos.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O item RESULTADOS E DISCUSSÃO será contemplado na descrição do Artigo Científico intitulado “Produtos Cárneos Bovinos Adicionados com Ômega 3,  $\alpha$ -Tocoferol: Avaliação da Estabilidade Oxidativa, Características Físico-Química e Condições Higiênicas-Sanitárias” e submetido para publicação em um periódico científico da área de Ciência de Alimentos.

## 6 ARTIGO CIENTIFICO

### “Produtos Cárneos Bovinos Adicionados com Ômega 3, $\alpha$ -Tocoferol: Avaliação da Estabilidade Oxidativa, Características Físico-Química e Condições Higiênicas-Sanitárias”

F. Goscinski<sup>1</sup>; R.H. Carvalho<sup>1</sup>; J.V. Visentainer<sup>2</sup>; I.L. Figueiredo<sup>2</sup>; E.I. Ida<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Londrina, Paraná, Brasil. <sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Química. Maringá, Paraná, Brasil.

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi obter produtos cárneos bovinos injetados com óleo de peixe contendo ômega-3,  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E) ou ambos e estes produtos foram embalados à vácuo e armazenados sob refrigeração à 4°C por 30 dias e avaliados quanto a eficiência da injeção com o ômega-3, estabilidade à oxidação lipídica, características físico-químicas e condições higiênico-sanitárias. Foram realizados quatro tratamentos, sendo o tratamento T $\alpha$  (injeção de 100 mg de  $\alpha$ -tocoferol ou vitamina E na solução de salmoura por 100 g de carne), T $\omega$  (injeção de 500mg de óleo de peixe contendo ômega-3 na solução de salmoura por 100g de carne); T $\alpha\omega$  (injeção de 500mg de óleo de peixe contendo ômega-3 e 100 mg de  $\alpha$ -tocoferol ou vitamina E na solução de salmoura por 100g de carne) e TC (controle sem injeção de óleo de peixe ou  $\alpha$ -tocoferol). Os produtos obtidos foram embalados à vácuo, armazenados sob refrigeração a 4°C por zero e 30 dias e avaliados. A injeção de óleo de peixe contendo o ômega-3 foi eficiente para obter um produto cárneo injetado com maior teor de ômega-3 (EPA+DHA) e pode ser uma alternativa para contribuir com uma dieta equilibrada em ácidos graxos essenciais. As injeções de óleo de peixe contendo o ômega-3 e  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E) e suas misturas inibiram a oxidação lipídica quando comparadas com o produto cárneo controle. Nos produtos cárneos injetados e armazenados a 4°C por 30 dias, o pH reduziu sem prejuízos ao produto, os valores de  $a_w$  foram típicos para produtos cárneos *in natura* e apresentaram uma textura mais macia com cor avermelhada em relação ao produto cárneo controle.

**Palavras chave:** carne bovina; DHA; EPA; óleo de peixe; oxidação lipídica; vitamina E

## INTRODUÇÃO

A carne bovina é um importante alimento para a dieta humana, rico em proteínas de alta qualidade, vitaminas principalmente do complexo B, minerais e gorduras (DE OLIVEIRA et al., 2016). Neste sentido, a carne tem merecido especial atenção pelo seu elevado valor nutritivo e propriedades funcionais que garantem ao produto final uma boa qualidade para os consumidores e rentabilidade para a indústria cárnea.

O Brasil se destaca mundialmente devido a elevada comercialização e consumo de carne bovina e em 2017 a produção foi de 9,2 milhões de toneladas e o consumo médio foi acima de 37kg por habitante (BRASIL, 2018).

A preocupação com a saúde tem impulsionado o consumo de alimentos funcionais, nutritivos e com benéficos a saúde. Os produtos cárneos enriquecidos com ômega-3 podem atender a esta necessidade de nutrição e saúde (Fernández-Gines et al., 2005). As principais fontes de ômega-3, como os óleos de peixes de águas frias, são ricas em ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosaexaenoico (DHA) (MARTIN et al, 2006) e tem sido comprovado que estes reduzem os processos inflamatórios e previnem as doenças do mundo moderno, como câncer, doenças crônicas do sistema cardio circulatório (LICHTENSTEIN et al, 2006) e Alzheimer (FOTUHI 2009).

O enriquecimento com omega-3 em alimentos com consumo rotineiro nas dietas é uma maneira de melhorar a proporção de ingestão entre ômega 3 e 6. A maior proporção de ômega-6 pode favorecer a ação e formação de eicosanoides que possuem efeitos pró inflamatórios e conseqüentemente uma pré disposição a doenças modernas. Uma dieta com inversão dessa relação, ou seja, com maior quantidade de ômega-3 do que ômega-6, podem promover o controle da ação e formação de eicosanoides com efeitos antiinflamatórios (BRENNA et al. 2009). Portanto, um balanço adequado nas proporções de ômega 3/6 na dieta com incremento de EPA e DHA tem sido um foco interessante no desenvolvimento de novos produtos funcionais para favorecer a ação e formação de agentes antinflamatórios (GARCÍA et al, 2017).

A quantidade elevada de ácidos graxos poli-insaturados, como os do grupo Omega-3, tem uma relação inversa com a validade dos produtos cárneos devido à propensão em desenvolver o odor e rancidez desagradáveis e provenientes do processo de oxidação lipídica que pode ocorrer durante o armazenamento do produto (RESCONI; ESCUDERO & CAMPO 2013).

O processo de oxidação lipídica é uma reação química natural e irreversível que pode ser desencadeada pelo contato dos lipídeos com oxigênio, exposição a luz ou ao calor (DECKER et al, 2000). Para controlar esse processo, têm sido utilizados alguns tipos de aditivos como antioxidantes e considerado como uma alternativa viável. Nas classes de antioxidantes encontram-se os sintéticos e naturais, porém, há estudos que apontam os efeitos adversos à saúde humana devido o consumo de antioxidantes sintéticos (CHEN et al., 1999; LEÃO 2017), portanto, o uso de antioxidantes naturais como o  $\alpha$ -tocoferol ou vitamina E tem sido uma solução para controlar a reação de oxidação lipídica e apresentar atividades biológicas benéficas ao organismo (BALASUNDRAM, SUNDRAM & SAMMAN, 2006).

O objetivo deste trabalho foi obter produtos cárneos com adição de óleo de peixe contendo ômega-3,  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E) ou ambos em cortes de carne bovina *in natura*, embalados à vácuo e armazenados sob refrigeração à 4°C por 30 dias e avaliar estes produtos quanto a estabilidade à oxidação lipídica, características físico-químicas, e condições higiênico-sanitários.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Material**

Foram utilizadas como matéria prima, cortes de contrafilé (*longissimus dorsi*) resfriados de bovinos obtidos de um abatedouro local. Como ingrediente, foi utilizado o óleo de peixe contendo o ômega-3, (470mg EPA + 330mg DHA)/g de óleo (Omega PURE, Twosmile GmbH, Saarbrucken, Alemanha). Como aditivo, foi utilizado como fonte de vitamina E o acetato de  $\alpha$ -tocoferol (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA). Foi utilizado como veículo, uma solução de salmoura a 89% em água e contendo 5% de lactato de sódio, 2% de cloreto de sódio, 2% de açúcar, e 2% de tripolifosfato de sódio. Os padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (MilliporeSigma St. Louis, MO, EUA) foram específicos para cromatografia gasosa. Os demais reagentes foram de grau analítico e obtidos de diferentes empresas.

### **Injeção de aditivos e ingredientes em corte de carnes bovina *in natura* e armazenamento a 4°C por 30 dias**

Foram utilizadas 12 peças de corte de contrafilé (*longissimus dorsi*) de bovinos resfriados. Para os tratamentos, foi utilizada a solução de salmoura como veículo do óleo de peixe contendo ômega-3,  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E) ou ambos. A quantidade de solução de salmoura injetada foi de 10% do peso de cada peça de carne. Foram realizados os 04 tratamentos: Tratamento 1 (T $\alpha$ ): injeção de 100 mg de  $\alpha$ -tocoferol ou vitamina E na solução de salmoura por 100 g de carne; Tratamento 2 (T $\omega$ ) injeção de 500mg de óleo de peixe contendo ômega-3 na solução de salmoura por 100g de carne; Tratamento 3 (T $\alpha\omega$ ): injeção de 500mg de óleo de peixe contendo ômega-3 e 100 mg de  $\alpha$ -tocoferol ou vitamina E na solução de salmoura por 100g de carne e Tratamento 4 (TC): controle sem injeção de óleo de peixe ou  $\alpha$ -tocoferol. A injeção da solução de salmoura dos respectivos tratamentos foi realizada com injetora manual de temperos. Cada peça de contrafilé foi dividida em 3 partes, pesadas e aplicada a salmoura com os respectivos tratamentos. Os produtos cárneos obtidos foram embalados a vácuo em sacos de polietileno e armazenados sob refrigeração a 4°C por zero e 30 dias, sendo o tempo zero o dia seguinte e o tempo 30, após 30 dias o armazenamento inicial.

### **Avaliação da injeção de óleo de peixe contendo ômega-3 nos produtos cárneos injetados e armazenados a 4°C por 30 dias**

Após a injeção da solução de salmoura conforme os respectivos tratamentos, embalagem e armazenamento sob refrigeração a 4°C por zero e 30 dias, os produtos injetados foram cortados em pedaços menores, cozidos pelo método *sous vide* e utilizados para quantificação do perfil de ácidos graxos, incluindo principalmente o teor de EPA e DHA.

## **Avaliação da eficiência da injeção de ômega-3 (óleo de peixe) nos produtos cárneos injetados e armazenados**

O teor dos ácidos graxos (EPA e DHA) dos produtos cárneos injetados e armazenados a 4°C por zero e 30 dias foi determinado por cromatografia gasosa.

### **Medida da oxidação lipídica dos produtos cárneos injetados e armazenados**

A medida da oxidação lipídica dos produtos cárneos injetados e armazenados a 4°C por zero e 30 dias foi realizada em triplicata conforme o método descrito por Tarladgis (1960).

### **Caracterização físico-química dos produtos cárneos injetados e armazenados**

A caracterização físico-química dos produtos cárneos injetados e armazenados a 4°C por zero e 30 dias foi realizada conforme as medidas de composição química, pH, atividade de água ( $a_w$ ), textura pela força de cisalhamento, cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), capacidade de retenção de água (CRA) e perdas de água por cozimento (PAC).

### **Medidas das condições higiênico sanitárias dos produtos cárneos injetados**

As condições higiênico sanitárias dos produtos cárneos injetados e armazenados a 4°C por zero e 30 dias foram avaliadas após análises microbiológicas de contagem de coliformes a 45°C, de estafilococos coagulase positiva e ausência de *Salmonella* conforme previsto na RDC 12/2001, ANVISA (BRASIL, 2001).

## **Procedimentos Analíticos**

### **Medidas Físicas**

Todas as medidas físicas foram realizadas nos produtos cárneos injetados e armazenados a 4°C e por zero e 30 dias. A determinação do pH dos produtos cárneos

foi mensurado conforme descrito por Boulianne e King (1995) utilizando o potenciômetro de contato para carne (Testo 205, Lenzkirch, Alemanha).

A atividade de água ( $a_w$ ) dos produtos cárneos foi medida por ponto de orvalho utilizando o equipamento Aqua Lab 4TE (Pullman, EUA).

As medidas de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) dos produtos cárneos foram realizadas utilizando o colorímetro Minolta (modelo CR400, Osaka, Japão) e iluminante D65. O valor de  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (componente verde-vermelho) e  $b^*$  (componente azul-amarelo) dos produtos cárneos foram medidos em três diferentes regiões da mesma amostra. Os resultados foram expressos conforme o sistema CIELAB\* (SOARES et al., 2009).

Para determinação da textura medida pela força de cisalhamento (FC) dos produtos cárneos, estes foram previamente submetidos ao processo de cocção pelo método *sous vide* até atingir no interior, a temperatura mínima de 75°C (WHIPPLE et al.1990). Em seguida, as carnes foram cortadas nas dimensões 1x1x2 cm e a FC foi medida no texturômetro (Micro Stable Systems TA-XT2i, Systems, Godalming, Surrey, Reino Unido) utilizando a lâmina Warner-Bratzler e velocidade de 5,0 mm/s. O *software Texture Exponent 32* foi utilizado para medir a força de cisalhamento e os resultados foram expressos em Newton (N).

As medidas de capacidade de retenção de água (CRA) dos produtos cárneos foram realizadas conforme o método descrito por Hamm (1960). As carnes foram cortadas em formato de cubo com peso aproximado de 2,0 g, envoltas em papel filme e prensadas entre placas de acrílico com uma pressão constante de 10 kg por 5 min. A CRA foi expressa em porcentagem

As medidas de perda de água por cozimento (PAC) dos produtos cárneos foram realizadas conforme descrito por Honikel (1998). Para determinação da perda de peso durante a cocção, os produtos foram pesados antes e após a submissão ao tratamento térmico. Os produtos cárneos armazenados foram submetidos ao processo de cocção pelo método *sous vide* até atingir no interior, a temperatura mínima de 75°C. A PAC foi expressa em porcentagem conforme a relação:  $[(\text{peso inicial} - \text{peso final}) / \text{peso inicial}] \times 100$ .

## **Medidas Químicas**

Todas as medidas químicas foram realizadas nos produtos cárneos injetados e armazenados a 4°C e por zero e 30 dias. Assim, a extração, esterificação e transesterificação de lipídeos dos produtos cárneos foi realizada conforme o método descrito por Figueiredo et al. (2016). Para derivação e quantificação do teor de ácidos graxos (EPA e DHA) foi utilizado o cromatógrafo gasoso (modelo 17A, Shimadzu, Quioto, Japão), equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar (100m x 0,25mm) CP-Sil com 0,2 µm de espessura. Foi utilizado o hélio como gás de arraste e a pressão foi mantida constante. As cromatografias foram realizadas em triplicata e os picos separados foram determinados utilizando o software acoplado ao cromatógrafo. Os resultados foram obtidos por comparação dos padrões de ésteres metílicos dos ácidos graxos e o teor de EPA e DHA foi expresso em mg de ácidos graxos/100g de produto.

Para avaliar a estabilidade oxidativa dos produtos cárneos, foi medida a oxidação lipídica conforme o método descrito por Tarladgis (1960). Os resultados da oxidação lipídica foram expressos em mg de TBARs/100g de produto.

A composição química dos produtos cárneos foi determinada conforme os métodos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). O teor de umidade foi medido após a secagem direta em estufa a 105°C e obtenção do peso constante. O conteúdo de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl (N x 6,25). O teor de lipídios foi determinado por extração direta usando o aparelho de Soxhlet. O teor de carboidratos totais foi obtido por diferença.

## **Avaliação das condições higiênico-sanitárias**

As condições higiênico-sanitárias dos produtos cárneos injetados e armazenados sob refrigeração a 4°C por zero e 30 dias foram avaliadas após a realização das análises microbiológicas de contagem de coliformes a 45°C, de

estafilococos coagulase positiva e ausência de *Salmonella* conforme previsto na RDC 12/2001, ANVISA (BRASIL, 2001).

## **Análises Estatísticas**

Os resultados obtidos em triplicatas foram processados utilizando o software SPSS 22.0. A normalidade na distribuição dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk e ao apresentar uma distribuição normal, foram utilizados os testes estatísticos paramétricos. Os resultados foram expressos como a média e desvio padrão. Para comparação entre os dois momentos (zero e 30 dias de armazenamento) foram utilizados o teste t pareado. Para comparação entre os tratamentos foi utilizado o teste t não pareado ou One-way Anova seguido de pós-teste de Tukey. A significância estatística foi determinada como  $p < 0,05$ .

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Avaliação da injeção de óleo de peixe contendo ômega-3 nos produtos cárneos armazenados**

A eficiência da injeção de óleo de peixe contendo ômega-3 (T $\omega$ ) e mistura com vitamina E (T $\alpha\omega$ ) nos produtos cárneos armazenados sob refrigeração a 4°C por zero e 30 dias foi avaliada pela medida do teor de 20:5n-3 (EPA) e 22:6n-3 (DHA) apresentada na tabela 1. Observou-se que no TC os produtos cárneos no tempo zero de armazenamento não apresentaram teor de (EPA + DHA), enquanto que no T $\alpha$  o teor destes dois constituintes foi de (0,56 + 0,17) mg/100g do produto, respectivamente. Porém, ambos TC e T $\alpha$  apresentaram outros ácidos graxos do grupo ômega-3, cujo teor quantificado por cromatografia gasosa de 18:3n-3 foi de 4,84 e 1,77 e de 20:3n-3 foi de 1,57 e 1,37 mg/100g de produto, respectivamente.

Com relação ao armazenamento por 30 dias dos produtos cárneos, observou-se (Tabela 1) no T $\omega$  que o teor de ômega-3 e DHA apresentaram diferenças significativas ( $p=0,011$  e  $p=0,003$ ) e com redução de 25% e 40% respectivamente, em relação ao

tempo zero. Entretanto observou-se que o teor de EPA não apresentou diferença significativa em relação ao tempo zero.

Com relação aos T $\alpha$  e T $\omega$  observou-se (Tabela 1) que houve uma diferença significativa ( $p=0,025$  e  $p=0,005$ ) no teor de ômega-3 (EPA+DHA) e no teor de EPA com redução de 25% e 37%, respectivamente em relação ao tempo zero. Entretanto, o teor de DHA não apresentou diferença significativa entre o tempo zero e 30 dias de armazenamento. Notou-se que a adição de vitamina E ou  $\alpha$ -tocoferol no T $\omega$  preservou o teor de DHA.

Ao comparar os tratamentos T $\omega$  e T $\alpha\omega$  no tempo zero e 30 dias de armazenamento, observou-se que o teor de ômega-3 (EPA+DHA) apresentou diferença significativa ( $p<0,009$ ) com redução de 28,07% e 27,31%, respectivamente.

O teor de EPA e DHA no tempo zero apresentou diferença significativa ( $p<0,000$ ) entre T $\omega$  e T $\alpha\omega$  com aumento de 44,40% e redução de 24,51%, respectivamente, sendo que o T $\alpha\omega$  foi adicionado a vitamina E. No tempo de 30 dias de armazenamento houve aumento de 24,38% e 33,05% de EPA e DHA, respectivamente ( $p<0,018$ ).

A injeção de óleo de peixe contendo ômega-3 foi eficiente no incremento de EPA e DHA dos produtos cárneos injetados e armazenados a 4°C por 30 dias e posterior cocção. A associação de vitamina E como agente antioxidante demonstrou vantagens para preservar o ômega-3 principalmente o DHA. O consumo de ômega-3 na dieta tem efeitos benéficos à saúde, enquanto que a vitamina E apresenta efeitos antioxidantes importantes para a estabilidade de gorduras insaturadas (ROCHA et al. 2012) O'GRADY et al. (2000) A adição de ômega-3 ou vitamina E em produtos cárneos de consumo regular pode ser uma nova alternativa de um produto contendo esses ácidos graxos com propriedades funcionais e com maior estabilidade.

A relação entre ômegas 6 e 3 dos produtos cárneos TC e T $\alpha$ , não contendo óleo de peixe, nos tempos zero e 30 dias de armazenamento, foi de 13:1, com maior proporção de ômega-6 em relação a ômega 3. Entretanto, os produtos cárneos T $\omega$  e T $\alpha\omega$ , injetados com óleo de peixe, no tempo zero, essa relação foi invertida, com maior nível de ômega 3, cuja a relação foi de 1:2,85 e 1:2,67 respectivamente e no tempo 30 dias de armazenamento essa relação foi de 1:1,4 e 1:2,54 respectivamente, contribuindo para uma dieta equilibrada em ácidos graxos essenciais. Segundo

Simopoulos (2002) a relação máxima de 4:1 de ômega 6 e 3 em uma dieta é considerada adequada e recomendada por médicos e profissionais da saúde. Assim sendo a injeção de óleo de peixe contendo ômega-3 nos produtos cárneos pode ser uma alternativa para contribuir com uma dieta equilibrada em ácidos graxos essenciais.

### **Avaliação da estabilidade à oxidação lipídica dos produtos cárneos injetados**

Os produtos cárneos injetados e armazenados sob refrigeração a 4°C por 30 dias no TC (Tabela 2) apresentou um aumento ( $p=0,024$ ) de 5,7 vezes no teor de malonaldeído em relação ao tempo zero. Este elevado aumento na oxidação lipídica do TC possivelmente, ocorreu devido a não injeção de antioxidantes. Entretanto, os produtos cárneos injetados com vitamina E ( $T\alpha$ ) ou óleo de peixe contendo ômega-3 ( $T\omega$ ) em relação ao tempo zero, apresentaram diferenças significativas ( $p<0,000$ ) no teor de malonaldeído aos 30 dias de armazenamento e com aumento do teor de 83 e 92%, respectivamente. Esta observação indicou que a injeção de ambos os tratamentos ( $T\alpha$  e  $T\omega$ ) foi vantajoso, devido à elevada estabilidade apresentada nestes produtos cárneos injetados, sendo que o  $\alpha$ -tocoferol ( $T\alpha$ ) exerceu uma maior influência como antioxidante. Ainda, observou-se que o produto cárneo injetado com a mistura de vitamina E e óleo de peixe ( $T\alpha\omega$ ) também apresentou um aumento significativo ( $p=0,002$ ) no teor de malonaldeído, porém, de apenas 51% aos 30 dias de armazenamento indicando, possivelmente um efeito antioxidante sinérgico.

O teor de malonaldeído dos produtos cárneos injetados (TC,  $T\alpha$  e  $T\omega$ ) no tempo zero de armazenamento não diferiram entre si (Tabela 3), cujo teor médio foi de 0,3319 mg/g de produto. Porém, esses produtos apresentaram diferenças significativas ( $p=0,020$ ) com o  $T\alpha\omega$ , cujo aumento no teor de malonaldeído foi de 42,87%.

Os produtos cárneos injetados ( $T\alpha$ ,  $T\omega$  e  $T\alpha\omega$ ) armazenados por 30 dias não apresentaram diferenças significativas no teor de malonaldeído e estes tratamentos diferiram do controle ( $p<0,000$ ), cujo teor de malonaldeído foi 62% menor do que o TC. Observou-se que os  $T\alpha$ ,  $T\omega$  e  $T\alpha\omega$  contendo os respectivos antioxidantes influenciaram positivamente na inibição da oxidação lipídica dos produtos cárneos injetados.

Djenane (2012) descreveu que os produtos cárneos com teor de malonaldeído acima de 1,0 mg/g de produto foram associados com a oxidação lipídica e rancidez que

foram detectados sensorialmente. Os produtos cárneos injetados (T $\alpha$ , T $\omega$  e T $\omega\omega$ ) armazenados sob refrigeração a 4°C por 30 dias (Tabela 2) apresentaram teor de malonaldeído menor do que 1,0 mg/g de produto, enquanto que o TC apresentou o teor acima deste valor. Portanto, a injeção de  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E), óleo de peixe contendo ômega-3 e as combinações de ambos nos produtos cárneos (T $\alpha$ , T $\omega$  e T $\omega\omega$ ) e armazenados sob refrigeração a 4°C por 30 dias, foi vantajosa, uma vez que ainda, não apresentaram teor de malonaldeído ou grau de oxidação lipídica que pode ser considerado como indesejável sensorialmente. Assim sendo, os produtos cárneos injetados e armazenados sob refrigeração a 4°C por 30 dias com óleo de peixe contendo ômega-3 (T $\omega$  e T $\omega\omega$ ) preservaram as suas respectivas estabilidades oxidativas. Ainda, estes produtos cárneos podem ser considerados como enriquecidos com ômega-3 devido à preservação de quantidades significativas desses ácidos graxos (EPA e DHA) conforme observado anteriormente.

#### **Caracterização físico-química dos produtos cárneos injetados e armazenados sob refrigeração 4°C por 30 dias**

A composição química dos produtos cárneos injetados e armazenados sob refrigeração 4°C por 30 dias, não diferiram com relação ao tempo de armazenamento e tratamentos dos produtos. Portanto, todos os tratamentos não exerceram efeitos na composição química destes produtos cárneos e o teor médio de umidade foi de 73,52%, proteínas de 18,13%, lipídeos de 6,94%, cinzas de 0,94% e carboidratos por diferença de 0,47%. A composição química dos produtos obtidos é similar a de outros autores como Fernandes et al (2009) e Rossato et al (2009)

O pH de todos os tratamentos (TC, T $\alpha$ , T $\omega$  e T $\omega\omega$ ) armazenados sob refrigeração por 0 e 30 dias (Tabela 3) apresentaram diferenças significativas ( $p = 0,005, 0,011, 0,002$  e  $0,040$ ) entre si, porém com redução de apenas 0,29 unidades de pH. O pH de 5,24 nestes produtos cárneos injetados e armazenados sob refrigeração a 4°C por 30 dias ainda estão adequados para consumo

A  $a_w$  dos produtos cárneos injetados, TC, T $\alpha$ , T $\omega$  e T $\omega\omega$ , armazenados sob refrigeração a 4°C por zero e 30 dias (Tabela 3) foram elevados e são valores

característicos para produtos cárneos *in natura* e susceptíveis ao crescimento microbiano (HOFFMANN, 2001).

A CRA dos produtos cárneos injetados e armazenados sob refrigeração a 4°C por zero ou 30 dias (Tabela 3) ou quando comparado nos respectivos tempos, não apresentaram diferenças significativas entre si, exceto para o T $\alpha$  que apresentou uma diferença significativa ( $p=0,040$ ) em 30 dias de armazenamento, com aumento de 9,60% em relação ao tempo zero. Esta observação de maior CRA no T $\omega$  está indicando que a injeção de vitamina E no produto possibilitou uma melhor característica para reter líquidos favorecendo a suculência e conseqüente ganho de peso no produto injetado.

A PAC dos produtos cárneos injetados e armazenados sob refrigeração 4°C por 30 dias, não diferiram com relação ao tempo de armazenamento e tratamentos dos produtos. Portanto, todos os tratamentos não exerceram efeitos no PAC e o teor médio de dos produtos foi de 27,58%.

Comparando o valor de textura medida pela força de cisalhamento dos produtos cárneos injetados e armazenados sob refrigeração a 4°C por zero e 30 dias, observou-se que apresentaram diferenças significativas ( $p<0,005$ ) entre si. Em 30 dias de armazenamento de todos os produtos cárneos injetados, as forças de cisalhamento não diferiram entre si e foi menor em relação ao tempo zero indicando que ocorreu um amaciamento de todos os produtos independente do tratamento. O processo de amaciamento de produtos cárneos durante o armazenamento é decorrente principalmente da ação das calpaínas e calpastatinas devido a proteólise que ocorre na estrutura da linha Z muscular (KEMP, 2010). Segundo Boehm, et al (1998) esta ação proteolítica pode ocorrer até após 14 dias de armazenamento dos produtos cárneos. A maciez em produtos cárneos, assim como outros fatores é considerada como um fator intrínseco e determinante na escolha dos consumidores de produtos cárneos (LOPES 2017).

O valor da luminosidade (L\*) dos produtos cárneos injetados (TC, T $\omega$  e T $\alpha\omega$ ) e armazenados sob refrigeração a 4°C por zero e 30 dias não apresentaram diferenças significativas entre si, enquanto que o T $\alpha$  diferiu ( $p=0,003$ ) entre zero e 30 dias de armazenamento, com aumento de 7,35% no valor de L\* em relação ao tempo zero.

Comparando o valor de  $L^*$  de todos os tratamentos nos tempos zero ou 30 dias de armazenamento, observou-se que não apresentaram diferenças significativas entre si, exceto para o T $\alpha$  com 30 dias de armazenamento ( $p=0,044$ ) que apresentou um valor de  $L^*$  maior. Portanto, o T $\alpha$  resultou em um produto cárneo injetado de coloração mais clara do que dos outros tratamentos.

O valor de  $a^*$  indica o componente verde-vermelho e os TC, T $\alpha$  e T $\omega$  dos produtos armazenados sob refrigeração a 4°C entre os tempos zero e 30 dias, apresentaram diferenças significativas, com aumento do tom vermelho, enquanto que o T $\omega$  não apresentou diferença entre zero e 30 dias de armazenamento preservando assim, as características iniciais dos produtos cárneos injetados e armazenados. Comparando o valor de  $a^*$  de todos os tratamentos nos tempos zero ou 30 dias de armazenamento observou-se que não apresentaram diferenças significativas entre si.

O valor de  $b^*$  indica o componente azul-amarelo e os T $\alpha$  e T $\omega$  dos produtos cárneos injetados e armazenados sob refrigeração a 4°C entre os tempos zero e 30 dias apresentaram diferenças significativas ( $p<0,011$ ), com aumento do tom amarelo. Enquanto que TC e T $\omega$  não apresentaram diferenças significativas no valor de  $b^*$  e, portanto, preservou as características iniciais dos produtos cárneos injetados e armazenados. Comparando o valor de  $b^*$  de todos os tratamentos nos tempos zero ou 30 dias de armazenamento, observou-se que não apresentaram diferenças significativas entre si.

Portanto, as medidas de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) dos tratamentos nos produtos cárneos injetados, foram preservadas ou intensificadas com o armazenamento a 4°C por 30 dias.

### **Avaliação das condições higiênico-sanitárias**

As condições higiênico-sanitárias de todos os produtos cárneos injetados e armazenados sob- refrigeração a 4°C por zero e 30 dias foram avaliadas conforme previsto na RDC 12/2001, ANVISA (BRASIL, 2001) e todos os produtos cárneos injetados atenderam aos padrões da legislação vigente.

## CONCLUSÕES

A injeção de óleo de peixe contendo o ômega-3 foi eficiente para obter um produto cárneo injetado com maior teor de ômega-3 (EPA+DHA) e pode ser uma alternativa para contribuir com uma dieta equilibrada em ácidos graxos essenciais.

As injeções de óleo de peixe contendo o ômega-3 e  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E) e suas misturas inibiram a oxidação lipídica quando comparadas com o produto cárneo controle.

Nos produtos cárneos injetados e armazenados a 4°C por 30 dias, o pH reduziu sem prejuízos ao produto, os valores de  $a_w$  foram típicos para produtos cárneos *in natura* e apresentaram uma textura mais macia com cor avermelhada em relação ao produto cárneo controle.

## Agradecimentos

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudos Goscinski, F..

## Referencias

BOULIANNE, M. & KING, A. J. Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast. **Poultry Science**, v. 74, n. 10, p. 1693-1698, 1995.”

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food chemistry**, v. 99, n. 1, p. 191-203, 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) <[http://sigsif.agricultura.gov.br/sigsif\\_cons/!ap\\_abate\\_estaduais\\_cons?p\\_select=SIM](http://sigsif.agricultura.gov.br/sigsif_cons/!ap_abate_estaduais_cons?p_select=SIM)> acesso em 13 de junho de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da União** . Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1, p.45-53

BOEHM, M. L.; et al. Changes in the calpains and calpastatin during postmortem storage of bovine muscle. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 9, p. 2415-2434, 1998.

- BRENNAN, J. T.; et al.  $\alpha$ -Linolenic acid supplementation and conversion to n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in humans. **Prostaglandins, leukotrienes and essential fatty acids**, v. 80, n. 2-3, p. 85-91, 2009.
- CHEN, X.; et al. Lipid oxidation, volatiles and color changes of irradiated pork patties affected by antioxidants. **Journal of Food Science**, v. 64, n. 1, p. 16-19, 1999.
- DE OLIVEIRA, R. R.; et al. Antioxidantes naturais em produtos cárneos. **PUBVET**, v. 6, p. Art. 1319-1324, 2016.
- DJENANE, D.; et al. Ability of  $\alpha$ -tocopherol, taurine and rosemary, in combination with vitamin C, to increase the oxidative stability of beef steaks packaged in modified atmosphere. **Food Chemistry**, v. 76, n. 4, p. 407-415, 2002.
- DECKER, E. A.; et al. Mechanisms of endogenous skeletal muscle antioxidants: Chemical and physical aspects. **Antioxidants in muscle foods**, p. 25-60, 2000.
- FERNANDES, A. R. M.; et al. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 705-712, 2009.
- FIGUEIREDO, Ingrid Lima et al. Fast derivatization of fatty acids in different meat samples for gas chromatography analysis. **Journal of Chromatography A**, v. 1456, p. 235-241, 2016.
- FOTUHI, M.; MOHASSEL, P.; YAFFE, K. Fish consumption, long-chain omega-3 fatty acids and risk of cognitive decline or Alzheimer disease: a complex association. **Nature Reviews Neurology**, v. 5, n. 3, p. 140-152, 2009.
- GARCÍA, P. T.; et al. Diet and Genotype Effects on n-3 Polyunsaturated Fatty Acids of Beef Lipids. **Research in Agriculture**, v. 2, n. 1, p. 7, 2017.
- HAMM, R. & DEATHERAGE, F. E. Changes in hydration, solubility and charges of muscle proteins during heating of meat. **Journal of Food Science**, v. 25, n. 5, p. 587-610, 1960.
- HOFFMANN, F. L. Fatores limitantes à proliferação de microorganismos em alimentos. **Brasil alimentos**, v. 9, n. 1, p. 23-30, 2001.
- HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat science**, v. 49, n. 4, p. 447-457, 1998.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. **São Paulo: Instituto Adolfo Lutz**, v. 1, 1985.
- KEMP, C. M.; et al. Tenderness—An enzymatic view. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 248-256, 2010.
- LEÃO, L. L.; et al. Uso de antioxidantes naturais em carnes e seus subprodutos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 94-100, 2017.

LICHTENSTEIN, A. H.; et al. Diet and lifestyle recommendations revision 2006: a scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. **Circulation**, v. 114, n. 1, p. 82-96, 2006.

LOPES, M. A.; et al. Fatores associados a disposição de consumidores em adquirir carne bovina com certificação de origem na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Medicine**, v. 39, n. 2, p. 100-110, 2017.

MARTIN, C. A.; et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6; importância e ocorrência em alimentos Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids; importance and occurrence in foods. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.

O'GRADY, M. N.; et al. The effect of oxygen level and exogenous  $\alpha$ -tocopherol on the oxidative stability of minced beef in modified atmosphere packs. **Meat Science**, v. 55, n. 1, p. 39-45, 2000.

RESCONI, V. C.; ESCUDERO, A.; CAMPO, M. M. The development of aromas in ruminant meat. **Molecules**, v. 18, n. 6, p. 6748-6781, 2013.

ROCHA, C. E.; et al. Carotenoides bixina e norbixina extraídos do urucum (*Bixa orellana* L.) como antioxidantes em produtos cárneos. **Ciência Rural**, v. 42, n. 8, p. 1510-1517, 2012.

ROSSATO, L. V.; et al. Composição lipídica de carne bovina de grupos genéticos taurinos e zebuínos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1841-1846, 2009.

SIMOPOULOS, A. P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomedicine & pharmacotherapy**, v. 56, n. 8, p. 365-379, 2002.

SOARES, A. L.; et al. Lipid oxidation and fatty acid profile related to broiler breast meat color abnormalities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 6, p. 1513-1518, 2009.

TARLADGIS, B. G.; et al. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 37, n. 1, p. 44-48, 1960.

WHIPPLE, G.; et al. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 9, p. 2716-2728, 1990.

**Tabela 1.** Teor de EPA e DHA injetados com óleo de peixe contendo ômega-3 nos produtos cárneos armazenados a 4°C por zero e 30 dias e cozidos.

Tratamentos/dias de armazenamento	T <sub>0</sub> (EPA + DHA)	T <sub>30</sub> (EPA + DHA)
TC	N/D	N/D
T $\alpha$	(0,56 <sup>A/c</sup> + 0,17 <sup>A/c</sup> ) 0,73 <sup>A/c</sup>	(0,53 <sup>A/c</sup> + 0,17 <sup>A/c</sup> ) 0,70 <sup>A/c</sup>
T $\omega$	(22,44 <sup>A/a</sup> + 14,40 <sup>A/a</sup> ) 36,84 <sup>A/a</sup>	(19,32 <sup>A/a</sup> + 8,67 <sup>B/a</sup> ) 27,99 <sup>B/a</sup>
T $\alpha\omega$	(40,36 <sup>A/b</sup> + 10,87 <sup>A/b</sup> ) 51,22 <sup>A/b</sup>	(25,55 <sup>B/b</sup> + 12,95 <sup>A/b</sup> ) 38,51 <sup>B/a</sup>

Expressos em mg/100g de produto. As letras maiúsculas indicam a comparação nos tempos zero e 30 dias de armazenamento. As letras minúsculas indicam a comparação dos diferentes tratamentos no mesmo tempo de armazenamento. TC = Tratamento controle; T $\alpha$  = Tratamento com adição de vitamina E; T $\omega$  = Tratamento com adição de ômega-3; T $\alpha\omega$  = Tratamento com adição de ômega-3 e vitamina E; T<sub>0</sub> = tempo zero de armazenamento e T<sub>30</sub> = tempo de 30 dias de armazenamento.

**Tabela 2:** Medidas de oxidação lipídica\* de produtos cárneos injetados e armazenados sob refrigeração a 4°C por 30 dias.

Tratamentos/dias de armazenamento	T <sub>0</sub>	T <sub>30</sub>
TC	0,3087 <sup>A/a</sup>	1,7578 <sup>B/a</sup>
T $\alpha$	0,4010 <sup>A/a</sup>	0,7364 <sup>B/b</sup>
T $\omega$	0,2859 <sup>A/b</sup>	0,5498 <sup>B/b</sup>
T $\alpha\omega$	0,4742 <sup>A/b</sup>	0,7177 <sup>B/b</sup>

Expressos em mg de malonaldeído/g de produto. As letras maiúsculas indicam a comparação nos tempos 0 e 30 dias de armazenamento. As letras minúsculas indicam a comparação dos diferentes tratamentos no mesmo tempo de armazenamento. TC= Tratamento controle; T $\alpha$ = Tratamento com adição de vitamina-E; T $\omega$ = Tratamento com adição de ômega-3; T $\alpha\omega$ = Tratamento com adição de ômega-3 e vitamina-E; T<sub>0</sub> = tempo zero de armazenamento e T<sub>30</sub> = tempo de armazenamento por 30 dias.

**Tabela 3** Medidas de pH,  $a_w$ , CRA e textura de produtos cárneos injetados e armazenados a 4°C por 30 dias.

Tratamento/dias de armazenamento	T <sub>0</sub>	T <sub>30</sub>
pH		
TC	5,4233 <sup>A/a</sup>	5,2400 <sup>B/a</sup>
T $\alpha$	5,5800 <sup>A/a</sup>	5,1900 <sup>B/a</sup>
T $\omega$	5,5933 <sup>A/a</sup>	5,1933 <sup>B/a</sup>
T $\alpha\omega$	5,5633 <sup>A/a</sup>	5,3433 <sup>B/a</sup>
$a_w$		
TC	0,9885 <sup>A/a</sup>	0,9902 <sup>A/a</sup>
T $\alpha$	0,9850 <sup>A/b</sup>	0,9831 <sup>A/b</sup>
T $\omega$	0,9857 <sup>A/a</sup>	0,9883 <sup>A/a</sup>
T $\alpha\omega$	0,9854 <sup>A/b</sup>	0,9814 <sup>B/b</sup>
CRA (%)		
TC	70,07 <sup>A/a</sup>	71,37 <sup>A/a</sup>
T $\alpha$	66,57 <sup>A/a</sup>	69,34 <sup>A/a</sup>
T $\omega$	65,31 <sup>A/a</sup>	68,89 <sup>B/a</sup>
T $\alpha\omega$	70,26 <sup>A/a</sup>	69,54 <sup>A/a</sup>
Textura* (N)		
TC	98,9257 <sup>A/a</sup>	39,2847 <sup>B/a</sup>
T $\alpha$	69,4323 <sup>A/b</sup>	42,1925 <sup>B/a</sup>
T $\omega$	71,9272 <sup>A/b</sup>	42,0263 <sup>B/a</sup>
T $\alpha\omega$	102,3770 <sup>A/a</sup>	48,2595 <sup>B/a</sup>

As letras maiúsculas indicam a comparação nos tempos zero e 30 dias de armazenamento. As letras minúsculas indicam a comparação dos diferentes tratamentos no mesmo tempo de armazenamento. CRA=Capacidade de retenção em água expressa em %. \*Medida pela força de cisalhamento e expressos em N; TC = Tratamento controle; T $\alpha$  = Tratamento com adição de vitamina E; T $\omega$  = Tratamento com adição de ômega-3; T $\alpha\omega$  = Tratamento com adição de ômega-3 e vitamina E; T<sub>0</sub> = tempo zero de armazenamento e T<sub>30</sub> = tempo de 30 dias de armazenamento.

**Tabela 4** Medidas de cor dos produtos cárneos injetados e armazenados sob refrigeração a 4°C por 30 dias.

Tratamento/dias de armazenamento	T <sub>0</sub>	T <sub>30</sub>
TC	L* = 37,3400 <sup>A/a</sup> a* = 18,8067 <sup>A/a</sup> b* = 8,6789 <sup>A/a</sup>	L* = 38,7733 <sup>A/a</sup> a* = 21,9156 <sup>B/a</sup> b* = 9,1989 <sup>A/a</sup>
T $\alpha$	L* = 37,2700 <sup>A/a</sup> a* = 16,5600 <sup>A/a</sup> b* = 4,7333 <sup>A/b</sup>	L* = 41,9300 <sup>B/b</sup> a* = 20,5878 <sup>B/a</sup> b* = 8,2500 <sup>B/a</sup>
T $\omega$	L* = 40,1600 <sup>A/a</sup> a* = 17,4789 <sup>A/a</sup> b* = 6,0133 <sup>A/b</sup>	L* = 41,5387 <sup>A/a</sup> a* = 21,1189 <sup>B/a</sup> b* = 9,4078 <sup>B/a</sup>
T $\alpha\omega$	L* = 36,7578 <sup>A/a</sup> a* = 18,1400 <sup>A/a</sup> b* = 6,1344 <sup>A/a</sup>	L* = 39,1189 <sup>A/a</sup> a* = 19,3444 <sup>A/a</sup> b* = 7,7378 <sup>A/a</sup>

As letras maiúsculas indicam a comparação nos tempos zero e 30 dias de armazenamento. As letras minúsculas indicam a comparação dos diferentes tratamentos no mesmo tempo de armazenamento. As letras minúsculas indicam a comparação dos diferentes tratamentos no mesmo tempo de armazenamento. TC = Tratamento controle; T $\alpha$  = Tratamento com adição de vitamina E; T $\omega$  = Tratamento com adição de ômega-3; T $\alpha\omega$  = Tratamento com adição de ômega-3 e vitamina E; T<sub>0</sub> = tempo zero de armazenamento e T<sub>30</sub> = tempo de 30 dias de armazenamento.

## 7 CONCLUSÕES

A injeção de óleo de peixe contendo o ômega-3 foi eficiente para obter um produto cárneo injetado com maior teor de ômega-3 (EPA+DHA) e pode ser uma alternativa para contribuir com uma dieta equilibrada em ácidos graxos essenciais.

As injeções de óleo de peixe contendo o ômega-3 e  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E) e suas misturas inibiram a oxidação lipídica quando comparadas com o produto cárneo controle.

Nos produtos cárneos injetados e armazenados a 4°C por 30 dias, o pH reduziu sem prejuízos ao produto, os valores de  $a_w$  foram típicos para produtos cárneos *in natura* e apresentaram uma textura mais macia com cor avermelhada em relação ao produto cárneo controle.