



COINTER PDVAgro 2020

V CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Edição 100% virtual | 02 a 05 de dezembro

ISSN:2526-7701 | PREFIXO DOI:10.31692/2526-7701

USO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS EM CARNES E DERIVADOS: UMA REVISÃO

USO DE ANTIOXIDANTES NATURALES EN CARNE Y DERIVADOS: UNA REVISIÓN

USE OF NATURAL ANTIOXIDANTS IN MEAT AND DERIVATIVES: A REVIEW

Apresentação: Comunicação Oral

Edilayne da Nóbrega Santos¹; João Vitor Fonseca Feitoza²; Valquíria Cardoso da Silva Ferreira³; Fábio Anderson Pereira da Silva⁴

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VCOINTERPDVAgro.0348>

RESUMO

As reações de oxidação lipídica e proteica em carnes e derivados provocam impacto negativo na qualidade do produto, afetando as características nutricionais, sensoriais e tecnológicas, bem como causando efeitos adversos à saúde do consumidor. A indústria alimentícia, na busca de minimizar ou prevenir este problema, faz uso de antioxidantes sintéticos, os quais são efetivos, porém têm sido associados ao aparecimento de doenças carcinogênicas, o que provoca rejeição destes produtos por parte da população atual que buscam por alimentos mais saudáveis. Nesta perspectiva, estudos têm identificado compostos com ação antioxidante em vegetais que apresentam boa efetividade. Neste sentido, diversas pesquisas têm sido desenvolvidas no intuito de avaliar a viabilidade da obtenção de antioxidantes naturais e sua incorporação em carnes e produtos cárneos. Neste trabalho, objetivou-se realizar uma busca exploratória sobre o uso de antioxidantes naturais em carnes e derivados e sua forma de aplicação. As buscas ocorreram no período de fevereiro de 2019 a março de 2020, utilizando bases de dados como Google acadêmico, Science Direct e Scopus para realização da pesquisa, priorizando artigos mais atuais. Constatou-se que há uma busca crescente em relação a aplicação de antioxidantes naturais em carnes e derivados, visando substituir os sintéticos e que estes podem ser aplicados de diversas formas, seja através da alimentação animal, aplicação direta na massa cárnea ou através de sua incorporação em embalagens de alimentos. Desta forma, os dados indicam que a aplicação de antioxidantes naturais em carnes e seus produtos podem ser efetivas contra reações oxidativas, independente de sua forma de aplicação, configurando-se como um estratégia promissora na preservação destes produtos.

Palavras-Chave: extrato vegetal, oxidação lipídica, oxidação proteica, produtos cárneos.

RESUMEN

Las reacciones de oxidación de lípidos y proteínas en la carne y los productos cárnicos tienen un impacto negativo en la calidad del producto, afectando las características nutricionales, sensoriales y

¹ Mestre em Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal da Paraíba, layane.nobrega@hotmail.com

² Mestre em Tecnologia Agroalimentar, Instituto Federal do Rio Grande do Norte, joaovitorlg95@hotmail.com

³ Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal da Paraíba, valquiriacsf@gmail.com

⁴ Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, fabio@ct.ufpb.br

USO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS EM CARNES E DERIVADOS

tecnológicas, además de provocar efectos adversos en la salud del consumidor. En la industria alimentaria, para minimizar o prevenir este problema, existe el uso de antioxidantes sintéticos, los cuales son efectivos, sin embargo se asocian a la aparición de enfermedades cancerosas, lo que provoca el rechazo de estos productos por parte de la población. actual buscando mala comida. saludable. En esta perspectiva, los estudios han identificado compuestos con acción antioxidante en vegetales que tienen buena efectividad. En este sentido, se han desarrollado diversas investigaciones con el fin de evaluar la viabilidad de la obtención de antioxidantes naturales y su incorporación en carnes y productos cárnicos. En este trabajo, el objetivo fue realizar una búsqueda exploratoria sobre el uso de antioxidantes naturales en carnes y productos cárnicos y su aplicación. Las búsquedas se realizaron de febrero de 2019 a marzo de 2020, utilizando bases de datos como Google académico, Science Direct y Scopus para realizar la investigación, priorizando artículos más actuales. Se encontró que existe una búsqueda creciente en relación a la aplicación de antioxidantes naturales en carnes y productos cárnicos, con el objetivo de reemplazar a los sintéticos y que estos pueden ser aplicados de diferentes formas, ya sea a través de la alimentación animal, aplicación directa en la masa cárnica o mediante su incorporación. en envases de alimentos. Así, los datos indican que la aplicación de antioxidantes naturales en carnes y sus productos puede ser eficaz frente a reacciones oxidativas, independientemente de su forma de aplicación, configurándose como una estrategia prometedora en la conservación de estos productos.

Palabras Clave: extracto vegetal, oxidación de lípidos, oxidación de proteínas, productos cárnicos.

ABSTRACT

Reactions of lipid and protein oxidation in meat and meat products have a negative impact on product quality, affecting nutritional, sensory and technological characteristics, as well as causing adverse effects on consumer health. The food industry, in the search to minimize or prevent this problem, makes use of synthetic antioxidants, which are effective, however they have been associated with the appearance of carcinogenic diseases, which causes rejection of these products by the current population looking for more food healthy. In this perspective, studies have identified compounds with antioxidant action in vegetables that have good effectiveness. In this sense, several researches have been developed in order to evaluate the feasibility of obtaining natural antioxidants and their incorporation in meat and meat products. In this work, the objective was to conduct an exploratory search on the use of natural antioxidants in meat and meat products and their application. The searches took place from February 2019 to March 2020, using databases such as Google academic, Science Direct and Scopus to conduct the research, prioritizing more current articles. It was found that there is a growing search in relation to the application of natural antioxidants in meat and meat products, aiming to replace the synthetic ones and that these can be applied in different ways, either through animal feed, direct application in the meat mass or through its incorporation in food packaging. Thus, the data indicate that the application of natural antioxidants in meats and their products can be effective against oxidative reactions, regardless of their form of application, configuring itself as a promising strategy in the preservation of these products.

Keywords: plant extract, lipid oxidation, protein oxidation, meat products.

INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia tem buscado por alternativas para solucionar questões que coloquem em risco a qualidade e segurança dos alimentos. Os principais problemas de qualidade dos alimentos podem surgir durante o processamento ou armazenamento dos produtos, resultando em alterações nas características sensoriais, redução de valor nutricional e decomposição por microrganismos (LORENZO et al., 2014).

A carne e os produtos derivados são susceptíveis a deterioração por oxidação lipídica devido à presença dos ácidos graxos insaturados em sua constituição (DOMÍNGUEZ et al., 2018). A degradação por oxidação em carnes tem como resultado mudanças indesejáveis de cor

e sabor, perda de água e nutrientes, além da produção de compostos tóxicos (CONTINI et al., 2014).

O uso de aditivos sintéticos como o hidroxilanisol butilado (BHA) e o hidroxitolueno butilado (BHT) é frequente no setor alimentício, porém, esses produtos têm sido relacionados ao aparecimento de doenças carcinogênicas (KAMEMURA, 2018; YANG et al., 2018). Com o intuito de oferecer fontes alternativas de conservantes para a indústria da carne, pesquisas têm destacado a viabilidade da aplicação de fontes vegetais na conservação de carnes e seus derivados, visando substituir os aditivos sintéticos (SHAH et al., 2014; EL-NASHI et al., 2015; LORENZO et al., 2018).

Diversos vegetais detêm de compostos bioativos, tais como os fenóis, flavonóides e terpenóides, os quais são produzidos a partir do metabolismo secundário das plantas e apresentam atividade antioxidante devido a capacidade de eliminar os radicais livres, seja por meio da doação de elétrons ou remoção de espécies reativas, tornando-se alvo de interesse para o setor alimentício (KALEM et al., 2017; VENKATESAN et al., 2017).

Estes compostos podem ser encontrados no vegetal na íntegra, em suas partes ou mesmo nos seus resíduos, podendo ser extraídos e aplicados de formas distintas nos alimentos. Nesse contexto, objetivou-se realizar uma análise exploratória sobre a aplicação de antioxidantes naturais em carnes e derivados como estratégia contra reações oxidativas.

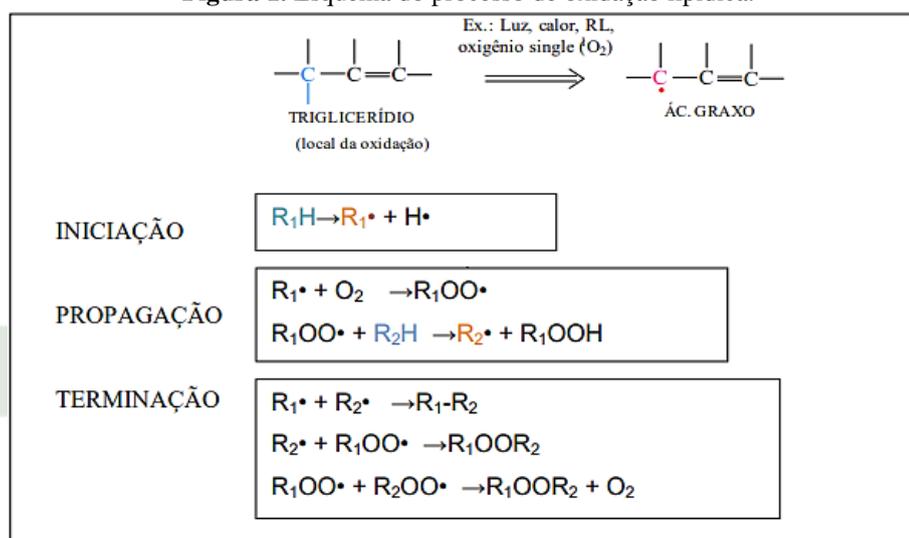
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Oxidação lipídica e proteica em carnes e derivados

A oxidação lipídica consiste em uma série de reações em cadeia de radicais caracterizada por três fases concomitantemente: iniciação, propagação e terminação (Guyon et al., 2016), conforme estar representado na figura 1.

USO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS EM CARNES E DERIVADOS

Figura 1. Esquema do processo de oxidação lipídica.



- RH: carbono alfa-metileno; -R \cdot : radical livre; -H \cdot : hidrogênio removido; -ROO \cdot : radical peroxila; -ROOH: hidroperóxido. **Fonte:** Oliveira, 2014.

Na etapa de iniciação é formado um radical livre ($R_1\cdot$) por ação do oxigênio sobre os lipídeos insaturados. Este radical pode reagir com oxigênio, na etapa de propagação, formando radicais peróxidos livres ($R_1OO\cdot$), como dienos conjugados e hidroperóxidos (ROOH), que são produtos primários da oxidação. Estes compostos se decompõem, produzindo compostos aromáticos voláteis (compostos carbonílicos, cetonas, álcoois e aldeídos) que são considerados produtos secundários da oxidação lipídica, os quais conferem sabor e odor de ranço, alteração da cor e formação de compostos tóxicos na fase de terminação (SAMPAIO et al., 2012).

A oxidação lipídica em carnes é afetada principalmente pela presença de oxigênio, que reage com ácidos graxos insaturados formando peróxidos (MIN; AHN, 2012). Os radicais livres altamente instáveis são derivados do oxigênio, nitrogênio e enxofre, produzindo espécies reativas de oxigênio (ROS), espécies reativas de nitrogênio (RNS) e espécies reativas de enxofre (RSS) (RIBEIRO et al., 2018).

A taxa de oxidação é proporcional à quantidade de insaturações presentes na fonte lipídica, afetando diretamente a cor e estabilidade dos produtos (HALLENSTVEDT et al., 2012). A velocidade das reações de oxidação bem como os produtos formados dependem também de fatores como tipo de músculo, espécie animal, enzimas, pH, níveis de antioxidantes internos e externos da carne, bem como do processamento (LORENZO; PATEIRO, 2013; PATEIRO et al., 2014).

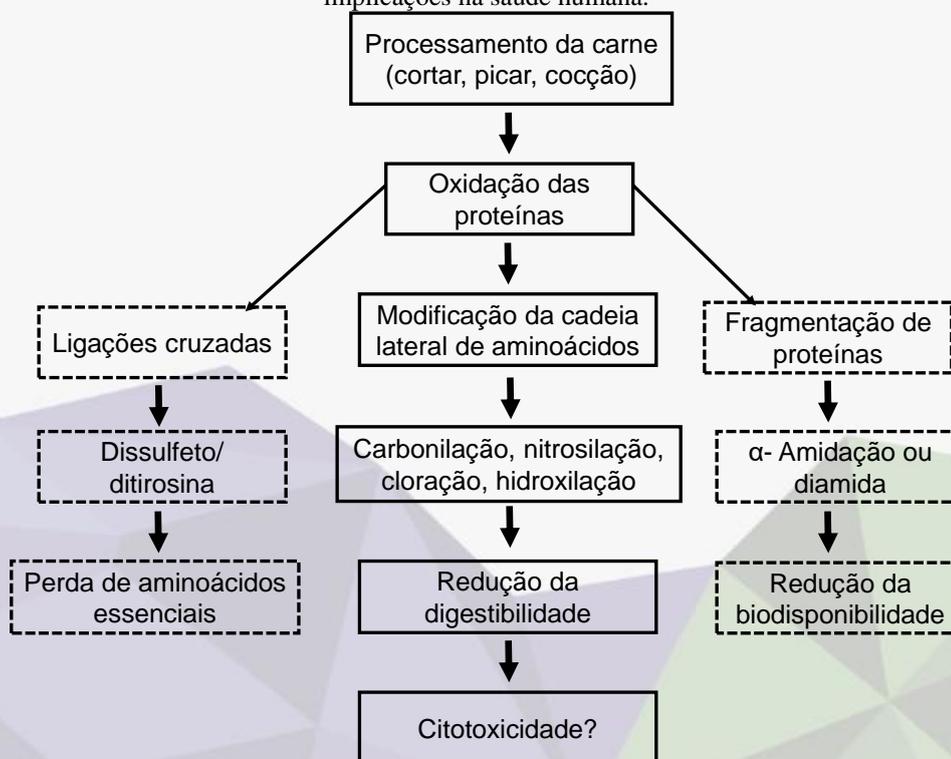
As reações de oxidação proteica, ao contrário da lipídica, só vieram ser investigadas nas últimas décadas (ESTÉVEZ, 2015). No entanto, as reações de oxidação lipídica e proteica estão diretamente relacionadas entre si, pois são iniciadas por ROS e vários produtos da oxidação

lipídica são ROS para a oxidação proteica (WANG et al., 2019). Assim, a determinação da oxidação de proteínas na avaliação da qualidade da carne e derivados tornou-se critério significativo, uma vez que as proteínas musculares influenciam diretamente nas características nutricionais, físico-químicas e sensoriais da carne (FALOWO et al., 2014).

A oxidação das proteínas pode ocorrer através de três formas: modificação de um aminoácido específico, clivagem do peptídeo mediado por radicais livres e pela formação da proteína de ligação transversal originada pela peroxidação lipídica. Além disso, a presença de aminoácidos como metionina, cisteína, arginina e histidina possivelmente tornam as proteínas mais sensíveis à oxidação (RIBEIRO et al., 2018).

O estado químico das proteínas pode ser influenciado com o processamento da carne (armazenamento, cocção, cura), devido às reações de oxidação, afetando de forma negativa o seu poder nutricional pela destruição de aminoácidos essenciais, redução da digestibilidade e biodisponibilidade e possíveis distúrbios à saúde do consumidor (Figura 2) (SOLADOYE et al., 2015; LA POMÉLIE et al., 2018).

Figura 2. Esquema da influência do processamento da carne sobre a oxidação de proteínas e possíveis implicações na saúde humana.



Fonte: Adaptado de Soladoye et al. (2015).

As carbonilas (aldeídos e cetonas) são formados durante reações oxidativas irreversíveis e não enzimática de proteínas, as quais também podem ser induzidas por outros mecanismos,

USO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS EM CARNES E DERIVADOS

sendo que a principal via de formação de carbonilas é a de oxidação direta de cadeias laterais de aminoácidos suscetíveis (lisina, treonina, arginina e prolina) (ESTÉVEZ, 2011).

Fatores como a concentração de pigmentos heme, lipídios oxidáveis e enzimas também estão diretamente relacionados com a oxidação proteica (XIONG, 2000). Desta forma, pesquisas têm sido realizadas para avaliar os impactos provocados pela oxidação proteica em carne e derivados e a sua relação com a oxidação lipídica (LI et al., 2019; MALHEIROS et al., 2019; ZHAO et al., 2019).

Antioxidantes naturais

Pesquisas apontam que várias plantas têm sido detectadas como sendo detentoras de significativas quantidades de compostos bioativos, tais como os fenóis, flavonóides e terpenóides (ANDRÉS et al., 2017; REZENDE et al., 2017). Esses compostos apresentam atividade antioxidante e atuam eliminando a ação dos radicais livres, tornando-se alvo de interesse para utilização como conservantes naturais nos alimentos em substituição aos aditivos sintéticos (KALEM et al., 2017; VENKATESAN et al., 2017).

Os antioxidantes são classificados conforme seu mecanismo de ação para compostos primários ou secundários. Os antioxidantes primários atuam por meio da quebra de cadeia, doando um elétron ao radical livre, enquanto que os antioxidantes secundários atuam através da remoção de espécies iniciadores da oxidação (ROS/nitrogênio) por extinção do catalisador iniciador de cadeia (LOBO et al., 2010).

Os antioxidantes agem neutralizando ou inibindo a ação de moléculas instáveis (moléculas com um elétron não emparelhado e altamente reativas) responsáveis por provocar danos ao DNA, promover o envelhecimento, doenças degenerativas e podem ocasionar câncer. Estes compostos atuam como doadores de hidrogênio ou de elétrons, decompositores de peróxido, inibidores de oxigênio singlete e de enzimas, sinergistas e como quelantes de metais (LOBO et al., 2010).

A ação de compostos antioxidantes de extratos vegetais tem papel importante na redução da oxidação lipídica e proteica em tecidos vegetais e animais. Os compostos que contém anel aromático ou fenólico atuam como antioxidantes eficazes, através da doação de hidrogênio para estabilização de um radical livre (BANERJEE et al., 2017).

METODOLOGIA

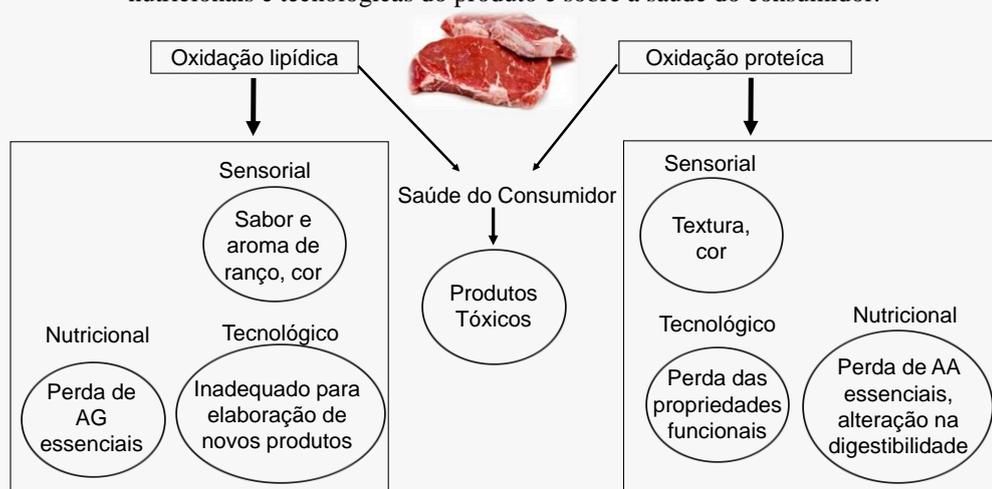
A revisão bibliográfica foi desenvolvida utilizando bases de dados nacionais e internacionais, como Google acadêmico, Science Direct e Scopus, priorizando artigos mais

atuais. A pesquisa foi realizada entre o período de fevereiro de 2019 a março de 2020.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, a oxidação de lipídeos e proteínas provoca impactos negativos nas características sensoriais, nutricionais, tecnológicas e na saúde do consumidor, como esquematizado na figura 3.

Figura 3. Esquematização das consequências da oxidação lipídica e proteica sobre as características sensoriais, nutricionais e tecnológicas do produto e sobre a saúde do consumidor.



Fonte: Própria (2020).

A oxidação de lipídeos e proteínas tem como consequência a formação de compostos tóxicos, como malonaldeído e compostos carbonílicos, respectivamente, os quais podem ocasionar problemas de saúde ao consumidor, como doenças neurodegenerativas e carcinogênicas (SOLADOYE et al., 2015; ESTÉVEZ; LUNA, 2017).

A oxidação dos lipídeos em carne e derivados afeta sensorialmente o sabor, aroma e a cor do produto, devido a rancidez e oxidação da mioglobina, tornando-se inadequado para elaboração de novos produtos e consumo humano. Além disso, promove a perda de ácidos graxos essenciais (CONTINI et al., 2014; FALOWO et al., 2014).

A oxidação das proteínas afeta as características sensoriais de textura e cor, principalmente devido à perda da funcionalidade das proteínas e formação de linhas cruzadas. Promove a perda de aminoácidos essenciais, causando alterações na digestibilidade e ocasiona impacto nas propriedades tecnológicas das proteínas, como perda da capacidade de retenção de água, de formar gel, capacidade espumante, emulsificante, dentre outras (FALOWO et al., 2014; SOLADOYE et al., 2015).

Na tabela 1 são mostrados alguns exemplos de estudos com diferentes formas de

USO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS EM CARNES E DERIVADOS

aplicação de extratos naturais em carne e derivados.

Tabela 1. Exemplos de aplicação de extratos naturais em carne e derivados.

Origem do Extrato	Forma de aplicação	Produto	Condições do teste	Referência
Extrato de <i>Terminalia arjuna</i>	Aplicação direta na carne	Carne suína	Refrigeração	Chauhan et al. (2019)
Extrato de alcaçuz (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.)	Dieta do animal / diretamente na massa	Hambúrguer de coelho	Refrigeração	Dal Bosco et al. (2019)
Extrato de <i>Terminalia arjuna</i>	Embalagem ativa comestível de alginato de cálcio	Salsicha Chevron	Refrigeração	Kalem et al. (2018)
Extrato de <i>L. inermis</i>	Embalagem ativa de gelatina	Carne bovina	Refrigeração	Jridi et al. (2018)
Extrato de bellota (<i>Quercus ilex</i> L.)	Aplicação direta na carne	Carne de frango	Refrigeração	Özünlü et al. (2018)
Extrato do co-produto de própolis	Aplicação direta na massa	Hambúrguer de carne bovina	Congelamento	Reis et al. (2017)
Extrato de bellota (<i>Quercus ilex</i> L.)	Aplicação direta na massa	Hambúrguer de frango	Refrigeração	Ferreira et al. (2017)
Extrato casca de romã	Aplicação direta na massa	Almôndegas de carne bovina	Congelamento	Turgut et al. (2017)
Extrato de semente de uva	Incorporação na dieta do animal	Carne bovina	Refrigeração	Guerra-Rivas et al. (2016)
Extrato do resíduo de cervejaria	Embalagem ativa de polietileno de alta densidade	Carne bovina	Refrigeração	Barbosa-Pereira et al. (2014)

Fonte: Própria (2020).

Verificou-se que há diversas formas de aplicação de extratos naturais em carne e derivados, seja por adição na ração animal, adição direta na massa cárnea ou através da incorporação em embalagens de alimentos. Desta forma, é possível encontrar diversas pesquisas voltadas para uso de antioxidantes naturais em carnes e derivados. A partir da análise destes trabalhos, constatou-se que os autores relataram efetividade destes antioxidantes quando aplicado das diversas formas.

Chauhan et al (2019), constataram que o extrato da folha de *Terminalia arjuna* na concentração de 1% melhoraram a estabilidade oxidativa, cor e prolongaram a vida útil de carne suína moída refrigerada em 6 dias.

Dal Bosco et al (2019), obtiveram resultados satisfatórios ao incorporar extrato de Alcaçuz na dieta de coelhos e em hambúrguer de carne de coelho e verificaram uma melhora da atividade antioxidante que protege a carne de coelho contra a oxidação lipídica.

Jridi et al. (2018), verificaram uma redução da formação de TBA-RS em amostras de carne bovina tratadas com filme de gelatina incorporado com extrato de hena (*L. inermis*) em relação a amostra controle sob armazenamento refrigerado.

Kalem et al. (2018), avaliando a aplicação de filme comestível bioativo incorporado com extrato de *Terminalia arjuna*, e seus efeitos na estabilidade oxidativa lipídica, qualidade microbiana e propriedades sensoriais durante o armazenamento refrigerado de salsichas tipo chevon, verificaram que a sua aplicação tem o potencial de estender o prazo de validade de produtos cárneos ricos em gordura e suscetíveis à oxidação, como salsichas salgadas cozidas, concluindo que o extrato de *T. arjuna* poderia ser adicionado com sucesso.

Özünlü et al (2018), avaliando a ação antioxidante de extrato de bolota, verificaram efeito positivo contra reações de oxidação lipídica e proteica, bem como melhora nas características sensoriais de carne de frango crua.

Ferreira et al (2017), também estudando o extrato de bolota, comprovaram que o extrato controlou a deterioração da cor e da textura de hambúrguer de frango durante o armazenamento refrigerado, bem como foi mais efetivo contra reações de oxidação lipídica e proteica quando comparado com a amostra controle.

Turgut et al. (2017) estimaram o efeito antioxidante do extrato de casca de romã (PE) sobre a oxidação de lipídios e proteínas em almôndegas de carne bovina durante congelamento (-18 ± 1 °C) e verificaram que a adição de 0,5 e 1% de PE em almôndegas reduziu a oxidação de lipídios e proteínas e melhorou os escores sensoriais, indicando que o extrato foi eficaz no retardamento das oxidações lipídica e proteica.

Reis et al. (2017) avaliaram as características físico-químicas do extrato de co-produto

USO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS EM CARNES E DERIVADOS

de própolis microencapsulado e seu efeito na estabilidade de armazenamento de carne de hambúrguer durante o armazenamento a -15 ° C e comprovaram sua eficácia contra a oxidação lipídica dos hambúrgueres.

Guerra-Rivas et al. (2016) comprovaram o efeito positivo do bagaço de uva na vida de prateleira da carne de cordeiro após sua incorporação na dieta do animal e verificaram que a utilização do bagaço de uva diminuiu a oxidação lipídica em cerca de 20%.

Barbosa-Pereira et al. (2014) avaliaram o efeito de filme contendo antioxidantes naturais sobre a estabilidade oxidativa da carne bovina durante a refrigeração e verificaram que houve redução na oxidação lipídica de até 70-80% em relação aos antioxidantes sintéticos (BHT e propil galato) usados como controle.

A partir da análise exploratória de estudos que reportem estratégias antioxidantes contra os impactos negativos provocados pelas reações de oxidação lipídica e proteica em carnes e derivados, fica evidente a demanda por antioxidantes naturais visando a substituição dos sintéticos, seja qual for a sua forma de aplicação. Como grande vantagem, os antioxidantes naturais quando são adicionados nos alimentos, além de conservá-los, não causa efeitos danosos à saúde do consumidor ao contrário do que é relatado sobre os antioxidantes sintéticos (SOOBRATEE et al., 2005).

CONCLUSÕES

Diante do exposto, verifica-se que o uso de antioxidantes naturais na preservação de carne e derivados se mostra efetivo, sendo, portanto, uma estratégia viável no retardo ou inibição de reações de oxidação lipídica e proteica em produtos cárneos, independente de sua forma de aplicação.

REFERÊNCIAS

Andrés, A.I., Petrón, M.J., Adámez, J.D., López, M., Timón, M.L. (2017). Food by-products as potential antioxidant and antimicrobial additives in chill stored raw lamb patties. **Meat Science**, v.129, p. 62-70.

Banerjee, R., Verma, A. K., Siddiqui, M. W. (Eds.). (2017). **Natural Antioxidants: Applications in Foods of Animal Origin**. CRC Press.

Barbosa-Pereira, L., Aurrekoetxea, G.P., Angulo, I., Paseiro-Losada, P., Cruz, J.M. (2014). Development of new active packaging films coated with natural phenolic compounds to improve the oxidative stability of beef. **Meat Science**, v.97, n.2, p. 249-254.

Campos, C.A., Gerschenson, L.N., Flores, S.K. (2011). Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. **Food and Bioprocess Technology**, v. 4, n. 6, p. 849-

875.

Chauhan, P., Pradhan, S. R., Das, A., Nanda, P. K., Bandyopadhyay, S., Das, A. K. (2019). Inhibition of lipid and protein oxidation in raw ground pork by Terminalia arjuna fruit extract during refrigerated storage. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.32, n.2, p.265.

Contini, C., Álvarez, R., O'sullivan, M., Dowling, D.P., Gargan, S.O., Monahan, F.J. (2014). Effect of an active packaging with citrus extract on lipid oxidation and sensory quality of cooked turkey meat. **Meat Science**, v. 96, n. 3, p. 1171-1176.

Dal Bosco, A., Mattioli, S., Matics, Z., Szendrő, Z., Gerencsér, Z., Mancinelli, A. C., Dalle Zotte, A. (2019). The antioxidant effectiveness of liquorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) extract administered as dietary supplementation and/or as a burger additive in rabbit meat. **Meat Science**, v.158, p.107921.

Dicastillo, C.L., Rodríguez, F., Guarda, A., Galotto, M.J. (2016). Antioxidant films based on cross-linked methyl cellulose and native Chilean berry for food packaging applications. **Carbohydrate Polymers**, v. 136, p. 1052-1060.

Domínguez, R., Barba, F.J., Gómez, B., Putnik, P., Kovačević, D.B., Pateiro, M., Lorenzo, J.M. (2018). Active packaging films with natural antioxidants to be used in meat industry: A review. **Food Research International**, v.113, p. 93-101.

El-Nashi, H.B., Fattah, A.F.A.K.A., Rahman, N.R.A., El-Razik, M.A. (2015). Quality characteristics of beef sausage containing pomegranate peels during refrigerated storage. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 60, n.2, p. 403-412.

Estévez, M. (2011). Protein carbonyls in meat systems: A review. **Meat Science**, v.89, n.3, p.259-279.

Estévez, M. (2015). Oxidative damage to poultry: from farm to fork. **Poultry Science**, v. 94, n.6, p. 1368-1378.

Estévez, M., Luna, C. (2017). Dietary protein oxidation: A silent threat to human health?. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.57, n.17, p.3781-3793.

Falowo, A.B., Fayemi, P.O., Muchenje, V. (2014). Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. **Food Research International**, v. 64, p.171-181.

Ferreira, V. C., Morcuende, D., Hernández-López, S. H., Madruga, M. S., Silva, F. A., Estévez, M. (2017). Antioxidant Extracts from Acorns (*Quercus ilex* L.) Effectively Protect Ready-to-Eat (RTE) Chicken Patties Irrespective of Packaging Atmosphere. **Journal of Food Science**, v.82, n.3, p.622-631.

Guerra-Rivas, C., Vieira, C., Rubio, B., Martínez, B., Gallardo, B., Mantecón, A. R., Manso, T. (2016). Effects of grape pomace in growing lamb diets compared with vitamin E and grape seed extract on meat shelf life. **Meat Science**, p.116, v.221-229.

USO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS EM CARNES E DERIVADOS

Guyon, C., Meynier, A., de Lamballerie, M. (2016). Protein and lipid oxidation in meat: A review with emphasis on high-pressure treatments. **Trends in Food Science & Technology**, v.50, p.131-143.

Hallenstvedt, E., Kjos, N. P., Øverland, M., Thomassen, M. (2012). Changes in texture, colour and fatty acid composition of male and female pig shoulder fat due to different dietary fat sources. **Meat Science**, v. 90, n.3, p. 519-527.

Kalem, I.K., Bhat, Z.F., Kumar, S., Desai, A. (2017). Terminalia arjuna: A novel natural preservative for improved lipid oxidative stability and storage quality of muscle foods. **Food Science and Human Wellness**, v. 6, p. 167-175.

Kalem, I.K., Bhat, Z.F., Kumar, S., Noor, S., Desai, A. (2018). The effects of bioactive edible film containing Terminalia arjuna on the stability of some quality attributes of chevon sausages. **Meat Science**, v. 140, p. 38-43.

Kamemura, N. (2018). Butylated hydroxytoluene, a food additive, modulates membrane potential and increases the susceptibility of rat thymocytes to oxidative stress. **Computational Toxicology**, v.6, p. 32-38.

Kruijf, N.D., Beest, M.V., Rijk, R., Sipiläinen-Malm, T., Losada, P.P., Meulenaer, B.D. (2002). Active and intelligent packaging: applications and regulatory aspects. **Food Additives & Contaminants**, v.19, n.S1, p. 144-162.

La Pomélie, D., Santé-Lhoutellier, V., Sayd, T., Gatellier, P. (2018). Oxidation and nitrosation of meat proteins under gastro-intestinal conditions: Consequences in terms of nutritional and health values of meat. **Food Chemistry**, v.243, p.295-304.

Li, B., Xu, Y., Li, J., Niu, S., Wang, C., Zhang, N., Zhang, M., Yang K., Zhou S., Chen S., Ele L., Liu S., Yin S., Yang Y. (2019). Effect of oxidized lipids stored under different temperatures on muscle protein oxidation in Sichuan-style sausages during ripening. **Meat Science**, v.147, p.144-154.

Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. **Pharmacognosy Reviews**, v.4, n.8, p. 118.

López-De-Dicastillo, C., Catalá, R., Gavara, R., Hernández-Muñoz, P. (2011). Food applications of active packaging EVOH films containing cyclodextrins for the preferential scavenging of undesirable compounds. **Journal of Food Engineering**, v. 104, n.3, p. 380-386.

Lorenzo, J.M., Pateiro, M., Domínguez, R., Barba, F.J., Putnik, P., Kovačević, D. B., Shpigelman, A., Granato, D., Franco, D. (2018). Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. **Food Research International**, v.106, p.1095-1104.

Lorenzo, J.M., Pateiro, M., Fontán, M.C. G., Carballo, J. (2014). Effect of fat content on physical, microbial, lipid and protein changes during chill storage of foal liver pâté. **Food Chemistry**, v. 155, p. 57-63.

Malheiros, J. M., Braga, C. P., Grove, R. A., Ribeiro, F. A., Calkins, C. R., Adamec, J.,

Chardulo, L. A. L. (2019). Influence of oxidative damage to proteins on meat tenderness using a proteomics approach. **Meat Science**, v.148, p.64-71.

Min, B., Ahn, D.U. (2012). Sensory properties of packaged fresh and processed poultry meat. In: Advances in meat, poultry and seafood packaging. **Woodhead Publishing**, p. 112-153.

Mir, S.A., Dar, B.N., Wani, A. A., Shah, M.A. (2018). Effect of plant extracts on the techno-functional properties of biodegradable packaging films. **Trends in Food Science & Technology**, v.80, p.141-154.

Özünlü, O., Ergezer, H., Gökçe, R. (2018). Improving physicochemical, antioxidative and sensory quality of raw chicken meat by using acorn extracts. **LWT-Food Science and Technology**, v.98, p.477-484.

Pateiro, M., Lorenzo, J.M., Amado, I.R., Franco, D. (2014). Effect of addition of green tea, chestnut and grape extract on the shelf-life of pig liver pâté. **Food Chemistry**, v.147, p. 386-394.

Reis, A. S., Diedrich, C., de Moura, C., Pereira, D., de Flório Almeida, J., da Silva, L. D., Carpes, S. T. (2017). Physico-chemical characteristics of microencapsulated propolis co-product extract and its effect on storage stability of burger meat during storage at- 15° C. **LWT-Food Science and Technology**, v.76, p.306-313.

Rezende, Y. R. R. S., Nogueira, J. P., Narain, N. (2017). Comparison and optimization of conventional and ultrasound assisted extraction for bioactive compounds and antioxidant activity from agro-industrial acerola (*Malpighia emarginata* DC) residue. **LWT-Food Science and Technology**, v.85, p.158-169.

Ribeiro, J. S., Santos, M. J. M. C., Silva, L. K. R., Pereira, L. C. L., Santos, I. A., da Silva Lannes, S. C., Silva, M. V. (2018). Natural antioxidants used in meat products: A brief review. **Meat science**, v. 148, p.181-188.

Sampaio, G.R., Saldanha, T., Soares, R.A.M., Torres, E.A.F.S. (2012). Effect of natural antioxidant combinations on lipid oxidation in cooked chicken meat during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 135, p. 1383–1390.

Shah, M.A., Don Bosco, S.J., Mir, S.A. (2014). Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. **Meat Science**, v. 98, p. 21-33.

Soobrattee, M.A., Neergheen, V.S., Luximon-Ramma, A., Aruoma, O.I., Bahorun, T. (2005). Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: mechanism and actions. **Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, v. 579, n.1, p. 200-213.

Soladoye, O. P., Juárez, M. L., Aalhus, J. L., Shand, P., Estévez, M. (2015). Protein oxidation in processed meat: mechanisms and potential implications on human health. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.14, n.2, p.106-122.

Turgut, S.S., Işikçi, F., Soyer, A. (2017). Antioxidant activity of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage. **Meat Science**, v.129, p.

USO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS EM CARNES E DERIVADOS

111-119.

Venkatesan, A., Kathirvel, A., Prakash, S., Sujatha, V. (2017). Antioxidant, antibacterial activities and identification of bioactive compounds from terminalia chebula bark extracts. **Free Radicals and Antioxidants**, v.7, n.1, p. 43-49.

Wang, Z., He, Z., Emara, A. M., Gan, X., Li, H. (2019). Effects of malondialdehyde as a byproduct of lipid oxidation on protein oxidation in rabbit meat. **Food Chemistry**, v.288, p.405-412.

Xiong, Y.L. (2000). Protein oxidation and implications for muscle food quality. Antioxidants in Muscle Foods: Nutritional Strategies to Improve Quality. **New York: Wiley and Sons**, p. 85-90.

Yang, X., Sun, Z., Wang, W., Zhou, Q., Shi, G., Wei, F., Jiang, G. (2018). Developmental toxicity of synthetic phenolic antioxidants to the early life stage of zebrafish. **Science of the Total Environment**, v. 643, p. 559-568.

Zhao, X., Xing, T., Wang, P., Xu, X., Zhou, G. (2019). Oxidative stability of isoelectric solubilization/precipitation-isolated PSE-like chicken protein. **Food Chemistry**, v.283, p.646-655.