

Uso de antioxidantes naturais em carnes e seus subprodutos

Luana Lemos Leão^{1*}, Francielly Soares Oliveira¹, Renatta Soares Souza¹, Paula Karoline Soares Farias¹, Francine Souza Alves da Fonseca², Ernane Ronie Martins³, Rogério Marcos de Souza³

Resumo

Os produtos cárneos são susceptíveis à oxidação lipídica e proteica. Para evitar ou retardar esse processo, são adicionados a esses produtos os antioxidantes exógenos, principalmente os antioxidantes sintéticos. Entretanto, tem sido reportado que esses antioxidantes sintéticos podem trazer efeitos adversos à saúde humana. Por essa razão, a indústria de alimentos tem buscado alternativas para evitar esses efeitos, como o uso de antioxidantes naturais. Esses produtos possuem compostos ativos que exercem atividade antioxidante em carnes por diferentes mecanismos de ação. Os antioxidantes naturais podem ser obtidos através de ervas, especiarias, vegetais, frutas e sementes, onde os compostos fenólicos são as principais substâncias responsáveis pela sua atividade antioxidante. Extratos vegetais que apresentam compostos fenólicos são considerados fontes efetivas de antioxidantes, pois possuem alta atividade de doação de hidrogênio ou tem alta capacidade de absorver radicais livres. Essa revisão tem como objetivo fazer um levantamento sobre os processos oxidativos em produtos cárneos e o uso de antioxidantes naturais como alternativa aos sintéticos.

Palavras-chave: Radicais livres. Plantas medicinais. Produtos Cárneos.

Use of natural antioxidants in meat and meat products

Abstract

Meat products are susceptible to oxidation. To prevent or retard this process, exogenous antioxidants, in particular synthetic antioxidants, are added to these products. However, these synthetic antioxidants can have adverse effects on human health. For this reason, the industry has been looking for alternatives to avoid this problem, such as use of natural antioxidants. These products have active compounds that exert antioxidant activity in meats by different mechanisms of action. Natural antioxidants are obtained from herbs, spices, vegetables, fruits and seeds, where phenolic compounds are the main substances responsible for their antioxidant activity. Plant extracts that present phenolic compounds are considered effective sources of antioxidants, since they have high activity of hydrogen donation or have high capacity to absorb free radicals. The aim of this review is to provide a survey about oxidative processes in meat products and the use of natural antioxidants as an alternative to synthetic ones.

Keywords: Free radicals. Medicinal plants. Meat Products.

¹Mestranda em Produção Animal- Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais–
Universitária, 1000. Montes Claros, MG. CEP: 39404547

*Autora para correspondência: luanalemosleao@outlook.com

²Doutora em Química. Técnica do Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

³Docentes do Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais

Recebido para publicação em 17/02/2017

Aceito para publicação em 08/04/2017

Introdução

Produtos cárneos podem se deteriorar devido ao crescimento microbiano e deterioração química, sendo que a forma mais comum de deterioração química é oxidação lipídica e proteica (KARAKAYA.; BAYRAK e ULUSOY, 2011). A susceptibilidade à oxidação se deve às altas concentrações de lipídios insaturados, pigmentos heme, catalisadores e vários diferentes tipos de agentes oxidativos presentes no tecido muscular. A deterioração oxidativa em carnes se manifesta com a mudança na coloração, sabor, formação de compostos tóxicos, menor vida de prateleira, perda de nutrientes e água (CONTINI *et al.*, 2014).

Antioxidantes são compostos capazes de doar radicais de hidrogênio para parear com outros radicais livres disponíveis. Esse efeito retarda a oxidação, resultando na manutenção da qualidade e vida de prateleira dos produtos cárneos. Entretanto, existem fatores intrínsecos presentes nos músculos vivos que previnem essa oxidação. Esses fatores são perdidos após o abate, durante a conversão do músculo em carne, nos processamentos primários e secundários, manipulação ou estocagem de produtos cárneos, sendo necessária a adição de antioxidantes exógenos (KUMAR *et al.*, 2015). Os antioxidantes sintéticos têm sido utilizados para retardar ou minimizar deterioração oxidativa nos alimentos.

Nos últimos anos, tem havido aumento na procura de alternativas aos antioxidantes sintéticos, devido seu potencial carcinogênico (NTP, 2016). Assim, existe uma necessidade de procura de alternativas adequadas vindas de fontes naturais, como os antioxidantes derivados das plantas, para combater a instabilidade oxidativa de lipídios e proteínas na carne (FALOWO; FAYEMI e VOSTER, 2014). Essa revisão tem como objetivo fazer um levantamento sobre os processos oxidativos em produtos cárneos e o uso de antioxidantes naturais como alternativa aos sintéticos.

Oxidação em carne e derivados

Desde a descoberta do oxigênio e sua função para plantas e animais, a necessidade de controlar seus níveis e seu impacto nos produtos alimentícios, especialmente durante o processamento, embalagem e distribuição, tem sido um desafio para indústria alimentícia. Basicamente, a oxidação envolve a perda de pelo menos um elétron quando os produtos químicos dos alimentos são expostos ao oxigênio presente no ar (FALOWO; FAYEMI e VOSTER, 2014). A oxidação

tem sido demonstrada como a principal causa não microbiológica de deterioração da qualidade durante o processamento dos produtos cárneos. Isso se deve ao fato dos lipídios e proteínas presentes nesses produtos serem muito vulneráveis a danos oxidativos devido à rápida depleção de antioxidantes endógenos após o abate (KARAKAYA; BAYRAK e ULUSOY, 2011).

Oxidação proteica

A oxidação de proteínas é descrita como a modificação covalente de uma proteína, induzida por espécies reativas de oxigênio ou reação com subprodutos secundários do estresse oxidativo, que ocorre através de uma reação em cadeia de radicais livres, assim como a oxidação de lipídios nos músculos (LUND *et al.*, 2011).

Essa oxidação proteica está ligada à altas concentrações de pigmentos heme, lipídios oxidáveis, íons de metais de transição e enzimas oxidativas (XIONG, 2000). As reações de oxidação que ocorrem nos músculos podem resultar na formação de carbonilas (aldeídos e cetonas), polímeros de proteínas e cisões peptídicas. Entre esses fatores, a formação de carbonilas é uma das mudanças mais importantes nas proteínas e o conteúdo dessas carbonilas é amplamente utilizado como marcador de danos à proteína (LUND *et al.*, 2011).

O dano pós abate às proteínas nos músculos, pode levar a mudanças funcionais, incluindo habilidade de formar géis, capacidade de emulsificação, solubilidade, viscosidade e capacidade de retenção de água, que podem afetar significativamente a qualidade da carne e seus subprodutos (XIONG, 2000).

Oxidação lipídica

Os lipídios podem ser encontrados nos músculos em diferentes formas, tais como componentes de membranas, como triacilglicerol entre as fibras musculares, como tecido adiposo e como hormônios esteróides. Os lipídios são quimicamente instáveis e propensos a oxidação, especialmente durante o manuseio após o abate e estocagem dos produtos cárneos (FALOWO; FAYEMI e VOSTER, 2014). A forma e natureza desses lipídios definem a estabilidade da cor, perda de água e o desenvolvimento de ranço oxidativo, que se manifestam na qualidade sensorial e nutricional dos produtos (KUMAR *et al.*, 2015; BERASATEGI *et al.*, 2014).

Oxidação lipídica é descrita como uma deterioração dependente de oxigênio dos ácidos graxos saturados e insaturados. Esse processo resulta em odor rançoso, sabor indesejado, perda de valor nutritivo, diminuição da vida de prateleira e acúmulo de compostos tóxicos, que podem ser prejudiciais à saúde dos consumidores (MAPIYE *et al.*, 2012; FALOWO; FAYEMI e VOSTER, 2014).

A oxidação de ácidos graxos é principalmente ocasionada por um mecanismo auto catalítico dos radicais livres, chamado de auto oxidação que consiste em 3 fases: iniciação, propagação e terminação. A reação de iniciação produz o radical alquil do ácido graxo, que por sua vez, reage com o oxigênio para formar radicais peróxidos na reação de propagação. Os radicais peróxidos reagem com ácidos graxos insaturados e formam hidroperóxidos, que posteriormente se decompõem para produzir compostos aromáticos voláteis que dão à carne sabor indesejado e odor rançoso (SAMPAIO *et al.*, 2012). A interação dos radicais alquil e peróxido, leva à formação de produtos como aldeídos, alcanos e dienos conjugado. A formação de aldeído tem sido relacionada diretamente com a mudança de cor e sabor da carne, além da estabilidade e função das proteínas. Também está associado à aterosclerose, formação de agentes mutagênicos e surgimento de câncer (MIN; AHN, 2005).

Quando a carne envelhece, ela se torna marrom devido à transformação da mioglobina em metamioglobina. Essa é a principal causa de rejeição dos produtos cárneos entre os consumidores. A oxidação lipídica aumenta a formação de metamioglobina que atua como um catalisador para o processo de oxidação, que aumenta a taxa de deterioração dos produtos. Oxidação lipídica também depende de outros fatores, tais como o pH, os níveis de antioxidantes internos da carne e externos e a presença de pró-oxidantes, como o teor de ferro livre. A taxa de oxidação é proporcional à quantidade de insaturações presentes no ácido graxo, que definem a cor e estabilidade dos produtos (HALLENSTVEDT *et al.*, 2012).

Antioxidantes

Antioxidante endógeno

O tecido muscular possui vários antioxidantes endógenos, incluindo antioxidantes que quebram cadeia, enzimas como as catalases glutatona peroxidase e superóxido dismutase e componentes não enzimáticos, todos capazes de controlar a oxidação lipídica *in vivo* e continuam

funcionando mesmo após o abate animal. No entanto, a eficácia desses compostos diminui com o aumento do tempo pós-morte e após o cozimento, o que acarreta na necessidade de utilização de aditivos sintéticos nos produtos cárneos (DINESH *et al.*, 2014).

Antioxidante sintético

Vários tipos diferentes de antioxidantes sintéticos, como Hidroxitolueno Butilado (BHT), Hidroxianisol Butilado (BHA), Propil Galato (PG) e Terc Butil Hidroquinona (TBHQ) têm sido amplamente utilizados na indústria da carne ao longo dos anos para controlar a oxidação (MARIUTTI *et al.*, 2011). Eles funcionam sequestrando radicais livres ou diminuindo a formação de radicais iniciadores, aumentando assim o tempo de estocagem da carne fresca e seus subprodutos (DINESH; CHEORUN, 2014).

Entretanto, o uso de alguns antioxidantes sintéticos nos alimentos tem sido um desafio devido a sua instabilidade e possíveis efeitos tóxicos e carcinogênicos para a saúde humana. Vários países restringiram ou baniram o uso de aditivos químicos considerados prejudiciais à saúde. Essas limitações fazem com que os consumidores busquem opções naturais como alternativas para esses aditivos sintéticos (KARAKAYA.; BAYRAK e ULUSOY, 2011; REISHE *et al.*, 1997).

Antioxidante natural

Recentemente, uma atenção especial tem sido dada a um número de plantas medicinais que podem ser utilizadas como uma potencial fonte de antioxidantes. Nesse sentido, vários estudos científicos estão sendo realizados com o objetivo de encontrar aditivos naturais com espectro amplo de atividade antioxidante, para aumentar a qualidade e vida de prateleira de produtos cárneos (SAMPAIO *et al.*, 2012; VEEKI *et al.*, 2015; FRATIANNI *et al.*, 2010). A eficácia dos diferentes antioxidantes naturais foi relatada na redução da oxidação lipídica e proteica, mudança de coloração e crescimento microbiano em produtos cárneos (CAMO *et al.*, 2008).

Utilização de antioxidantes naturais na prevenção da oxidação em carnes

Antioxidantes naturais podem ser incorporados na carne pela suplementação com óleos essenciais das rações dos animais ou podem ser diretamente adicionados aos diferentes tipos de carnes e seus subprodutos. Entretanto, devem ser

utilizados sem comprometer suas propriedades sensoriais (NKUKWANA *et al.*, 2014; MOYO *et al.*, 2012).

A maioria dos antioxidantes naturais são obtidos através de ervas, especiarias, vegetais, frutas e sementes, onde os compostos fenólicos são as principais substâncias responsáveis pela sua atividade antioxidante. Extratos vegetais que apresentam compostos fenólicos são considerados fontes efetivas de antioxidantes, pois possuem alta atividade de doação de hidrogênio ou tem alta capacidade de absorver radicais livres. A atividade antioxidante desses compostos depende de seu esqueleto estrutural e padrão dos seus grupos funcionais (BREWER, 2011).

A sálvia (*Salvia officinalis*) tem sido bastante estudada nas últimas décadas, devido seus componentes antioxidantes (KARAKAYA; BAYRAK e ULUSOY, 2011). Mariutti *et al.* (2011) estudaram o efeito antioxidante da sálvia e do alho (*Allium sativum*) desidratados na carne de

frango. A sálvia apresentou atividade antioxidante efetiva em controlar a oxidação lipídica. Por outro lado, o alho não surtiu efeito como antioxidante, podendo até acelerar a oxidação lipídica da carne durante a estocagem. Em outro estudo feito por Ünal *et al.* (2014), o óleo essencial de sálvia foi aplicado em carne bovina. Verificou-se que a sálvia apresentou atividade antioxidante em lipídios durante o tempo de estocagem da carne. Cichoski *et al.* (2011) estudaram o efeito de diferentes concentrações (2,5; 3,75; 5,0; 7,5; 10; 12,5; 15; 17,5; e 20 mg.mL⁻¹ de óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) adicionados em salame tipo italiano. Os resultados mostraram que o óleo de manjeriço na concentração de 0,75 mg.mL⁻¹ apresentou atividade antioxidante frente aos lipídios durante o processamento e armazenamento do salame.

Alguns dos trabalhos recentes sobre antioxidantes naturais em produtos cárneos estão citados na Tabela 1.

Tabela 1 - Concentração utilizada de antioxidantes naturais nas proteínas e lipídios de produtos cárneos

Fonte natural	Quantidade utilizada	Tipo de carne	Efeito oxidante	Referências
<i>Syzygium aromaticum</i> + <i>Cinnamomum cassia</i> + <i>Origanum vulgare</i> + <i>Brassica nigra</i> . Extrato aquoso	1,0; 0,5; 0,33 % cada	Peito de Frango	DSOL	RADHAKRISHNAN et al., 2014
<i>Syzygium aromaticum</i> + <i>Cinnamomum cassia</i> + <i>Origanum vulgare</i> + <i>Brassica nigra</i> . Extrato aquoso	70–80 g.kg ⁻¹	Carne Bovina	DSOL	RADHAKRISHNAN et al., 2014
<i>Cinnamomum zeylanicum</i> . Óleo essencial	20, 40, 60 ppm	Salsicha cozida	DSOL	MOAREFIAN et al., 2013
<i>Bixa orellana</i> pó. Óleo essencial	0.05%	Lombo de porco	DMOL	FIGUEIRÉDO, 2014
<i>Rosmarinus officinalis</i> . Óleo essencial	2 %	Carne bovina moída	DSOL	ÜNAL et al., 2014
<i>Origanum vulgare</i> . Óleo essencial	2 %	Carne bovina moída	DSOL	
<i>Lippia Alba</i> . Extrato aquoso	0,10 g.mL ⁻¹	Carne de Peixe	DSOL	VEECKI et al., 2014
<i>Melissa officinalis</i> . Extrato aquoso	200 ppm	Mortadela tipo Bolonha	DSOL	BERASATEGI et al 2014
<i>Brassia oleracea</i> L. var. <i>italica</i> Plenck. Extrato aquoso	0.1% e 0.5%	Hambúrguer de carne bovina	DSOL	KIM et al., 2013
<i>Petasites hybridus</i> . Extrato aquoso	0.1% e 0.5%	Hambúrguer de carne bovina	DSOL	
<i>Melissa officinalis</i> . Óleo essencial	0.5%	Peito de frango fresco	DSOL	FRATIANNI et al., 2010
<i>Thymus vulgaris</i> . Óleo essencial	0.5%	Peito de frango fresco	DSOL	
<i>Ribes nigrum</i> . Extrato aquoso	5, 10 e 20 g.kg ⁻¹	Hambúrguer de carne suína	DSOLP	JIA et al., 2012

DSOLP - Diminuição Significativa de Oxidação Lipídica e Protéica; DSOL - Diminuição Significativa de Oxidação Lipídica; DMOL - Diminuição Moderada de Oxidação Lipídica

Fonte: Elaborada pelos autores, 2017.

Os óleos essenciais são aditivos naturais considerados como não fitotóxicos, tendo assim a vantagem de serem melhor aceitos pelos consumidores. Experimentos utilizando óleos essenciais têm demonstrado que eles são adequados para serem utilizados como conservantes em produtos cárneos, em particular como eficazes agentes antioxidantes devido a substâncias presentes na sua composição, tais como terpenos, carvacrol, timol, cinamaldeído e outros (AL-REZA *et al.*, 2010).

Aproximadamente 3000 óleos essenciais são conhecidos e 300 deles são considerados comercialmente importantes para as indústrias farmacêutica, alimentícia, sanitária e cosmética. Ao mesmo tempo, a substituição de especiarias brutas por óleos essenciais isolados tem aumentado na indústria de carnes, o que pode estar associado às inúmeras vantagens como: melhor estabilidade e menor necessidade de espaço para estocagem, maiores concentrações de aroma, facilidade de manuseio, segurança microbiana e padronização (DINESH; CHEORUN, 2014).

Assim como os óleos essenciais, os extratos vegetais tem sido estudados devido ao seu potencial antioxidante, que está relacionado, principalmente, com a presença de compostos fenólicos (TSAI *et al.*, 2014). Extratos vegetais são ricos em compostos fenólicos e tem sido estudados devido seus efeitos positivos na inibição de oxidação lipídica e proteica em diversos produtos cárneos (JIA *et al.*, 2012).

O extrato aquoso de *Syzygium aromaticum*, por exemplo, demonstrou ser um dos mais

potentes antioxidantes naturais, superando os antioxidantes sintéticos BHT e BHA (RADHAKRISHNAN *et al.*, 2014). Essa alta atividade antioxidante do extrato de *S. aromaticum*, pode ser explicada devido a presença do eugenol, seu principal constituinte, sendo essa substância previamente conhecida devido sua comprovada atividade antioxidante. Além do eugenol, outros compostos, como o cinamaldeído, presentes em outros extratos vegetais, também apresentam atividade antioxidante (RADHAKRISHNAN *et al.*, 2014). Se comparados aos antioxidantes sintéticos, os extratos são interessantes devido a sua segurança de ingestão e suas características saudáveis (JIA *et al.*, 2012).

Conclusão

A indústria da carne tem buscado alternativas para a substituição dos antioxidantes sintéticos devido aos seus possíveis danos à saúde. Dentre os tipos de substâncias naturais capazes de substituir os aditivos sintéticos, os óleos essenciais e os extratos vegetais têm mostrado potenciais efeitos em produtos cárneos. O fato de serem naturais e apresentarem atividade antioxidante tão boa quanto os antioxidantes sintéticos, fazem desses produtos particularmente atraentes para as indústrias, devido ao aumento da demanda por ingredientes naturais por parte dos consumidores. A influência desses produtos naturais nos parâmetros de qualidade oferece à indústria de carnes a oportunidade de desenvolver novos produtos com aprimoramento nutricional e benefícios a saúde, aumentando a vida de prateleira e a qualidade dos alimentos cárneos.

Referências

AL-REZA, S. M. *et al.* Potential roles of essential oil and organic extracts of *Zizyphus jujube* in inhibiting food-borne pathogens. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 119, n. 3, p. 981–986, 2010.

BERASATEGI, I. *et al.* Healthy reduced-fat Bologna sausages enriched in ALA and DHA and stabilized with *Melissa officinalis* extract. **Meat Science**, v. 96, n. 3, p. 1185–90, 2014.

BREWER, M. S. Natural Antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. **Food Science and Food Safety**, v. 10, n. 4, p. 221–247, 2011.

CICHOSKI, A. *et al.* Oxidação dos lipídios e das proteínas na parte interna do salame tipo italiano contendo óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos Campinas**, v. 31, n. 2, p. 436-442, 2011.

CONTINI, C. *et al.* 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, 2014.

DINESH, D. J. *et al.* Endogenous functional compounds in Korean native chicken meat are dependent on sex, thermal processing and meat cut. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 4, p. 771-775, 2015.

DINESH, D. J.; CHEORUN, J. 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.

FALOWO, A. B.; FAYEMI, P. O.; VOSTER, M. Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. **Food Research International**, v. 64, p. 171-181, 2014.

- FIGUEIRÊDO, B. C. *et al.* Effect of annatto powder and sodium erythorbate on lipid oxidation in pork loin during frozen storage. **Food Research International**, v. 65, p. 137-143, 2014.
- FRATIANNI, F. *et al.* Preservation of chicken breast meat treated with thyme and balm essential oils. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 8, p. M528-M535, 2010.
- HALLENSTVEDT, E. *et al.* Sensory quality of short- and long-term frozen stored pork products. Influence of diets varying in polyunsaturated fatty acid (PUFA) content and iodine value. **Meat Science**, v. 90, n. 1, p. 244-251, 2012.
- JIA, N. *et al.* Antioxidant activity of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract and its inhibitory effect on lipid and protein oxidation of pork patties during chilled storage. **Meat Science**, v. 91, n. 4, p. 533-539, 2012.
- 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.
- KIM, S.; CHO, A. R.; HAN, J. Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation. **Food Control**, 29, 112-120, 2013. v. 29, n. 1, p. 112-120, 2013.
- KUMAR, Y. *et al.* Recent Trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. **Food Science and Food Safety**, v. 14, n. 6, p. 796-812, 2015.
- LUND, M. N. *et al.* Protein oxidation in muscle foods: A review. Molecular, **Nutrition and Food Research**, v. 55, n. 1, p. 83-95, 2011.
- MAPIYE, C. *et al.* The labile lipid fraction of meat: From perceived disease and waste to health and opportunity. **Meat Science**, v. 92, n. 3, p. 210-220, 2012..
- MARIUTTI, L. R. B.; NOGUEIRA, G. C.; BRAGAGNOLO, N. Lipid and cholesterol oxidation in chicken meat are inhibited by sage but not by garlic. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 6, p. C909-C915, 2011.
- MIN, B.; AHN, D. U. Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products - a review. **Food Science Biotechnology**, v. 14, n. 1, p. 152-163, 2005.
- MOAREFIAN, M.; BARZEGAR, M.; SATTARI, M. *Cinnamomum zeylanicum* essential oil as a natural antioxidant and antibacterial in cooked sausage. **Journal of Food Biochemistry**, v. 37, n. 1, p. 62-69, 2013.
- MOYO, B. *et al.* Polyphenolic content and antioxidant properties of *Moringa oleifera* leaf extracts and enzymatic activity of liver from goats supplemented with *Moringa oleifera* leaves/sunflower seed cake. **Meat Science**, v. 91, n. 4, p. 441-447, 2012.
- NATIONAL TOXICOLOGY PROGRAM - NTP. Report on Carcinogens, Research Triangle Park, NC: U.S. Department of Health and Human Services, **Public Health Service**, v.14, 2016.
- 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.
- RADHA KRISHNAN, K. *et al.* Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat. **International Journal of Food Microbiology**, v. 171, p. 32-40, 2014.
- REISHE, D. W.; LILLIARD, D. A.; EITENMILLER, R. R. **Em Antioxidants**. New York: Marcel Dekker, 1997.
- 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.
- TSAI, Y. *et al.* Antioxidant, anti-inflammatory, and antiproliferative activities of extracts from different parts of farmed and wild *Glossogynia tenuifolia*. **Industrial Crops and Products**, v. 57, p. 98-105, 2014.
- ÜNAL, K.; BABAĞLU, A. S.; KARAKAYA, M. Effect of oregano, sage and rosemary essential oils on lipid oxidation and color properties of minced beef during refrigerated storage. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 17, n. 5, p. 797-805, 2014.
- VEECK, A. P. L. *et al.* Estabilidade lipídica de filés de carpa húngara congelados tratados com extratos de *Lippia alba*. **Ciência Rural**, v. 45, n. 6, p. 1113-1119, 2015.
- XIONG, Y.L. Protein oxidation and implications for muscle food quality. **Antioxidant in muscle foods: nutritional strategies to improve quality**. New York: Wiley and Sons, p. 85-90, 2000.