

ESTABILIDADE OXIDATIVA E MICROBIOLÓGICA DE EMPANADOS DE FRANGO EM EMBALAGENS ATIVAS

OXIDATIVE AND MICROBIOLOGICAL STABILITY OF CHICKEN PUMPS IN ACTIVE PACKAGING

JÉSSICA MARIA FERREIRA DE ALMEIDA-COUTO^{1*}, LUCINÉIA APARECIDA CESTARI²

1. Engenheira de Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá; 2. Professora. Doutora do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá.

*Avenida Cristóvão Colombo, 954, Ap.03, Centro, Marialva, Paraná, CEP: 86990-000. jeh_mfa@hotmail.com

Recebido em 16/11/2016. Aceito para publicação em 16/02/2017

RESUMO

A produção de carne de frango e de seus produtos industrializados tem aumentado significativamente nos últimos anos, além disso, os consumidores estão se tornando mais exigentes quanto à qualidade e inocuidade dos produtos alimentícios. Como os produtos cárneos e seus derivados são mais suscetíveis à oxidação lipídica e alterações microbiológicas, o uso de embalagens adicionadas de óleos essenciais pode tornar mais efetiva a preservação dos alimentos por causa de suas propriedades antioxidantes e antimicrobianas. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a oxidação lipídica e crescimento microbiano em empanados de frango tipo nuggets sob congelamento (-12°C), acondicionados em embalagens ativas produzidas a partir de óleos essenciais de alecrim, cravo e orégano comparados à embalagem controle no período de 150 dias. As amostras foram retiradas a cada 30 dias para análise de oxidação lipídica na cobertura, no miolo e no nuggets inteiro. As análises microbiológicas realizadas foram *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp., Coliformes totais, Coliformes a 45°C e *Clostridium* sulfito redutor a 46°C, onde todas não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, estando conforme a legislação vigente. O maior teor de oxidação encontrado foi na cobertura, já que o produto passa por um processo de pré-fritura antes do congelamento. Contudo, não foi possível estabelecer uma relação entre os tratamentos e a capacidade antioxidante dos óleos essenciais estudados, pois todos os tratamentos apresentaram altos valores de malonaldeído no tempo zero com posterior decréscimo desses valores ao longo do armazenamento indicando que houve a complexação do malonaldeído com outros compostos.

PALAVRAS-CHAVE: Embalagem ativa, óleos essenciais, antioxidantes, antimicrobianos.

ABSTRACT

The production of chicken meat and its processed products it has increased significantly in recent years, moreover the consumers are becoming more demanding about the quality and safety of food products. As meat products and derivatives are more susceptible to lipid oxidation and microbiological chang-

es, the use essential oils added can make more properties. In this concept, the objective was to evaluate the antioxidant and microbial activity in breaded chicken type nuggets that went frozen (-12°C), packed in active packaging made from essential oils of rosemary, cloves and oregano with respect to package control for a period of 150 days. Samples were taken every 30 days to analyze lipid oxidation in the coverage, the core and the entire nuggets. The microbiological analyzes for *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp., Coliformes totais, Coliformes a 45°C e *Clostridium* sulfite reducing a 46°C not present significant difference between treatments, fully compliant with current legislation. The higher oxidation was found in the shell, since the pre-frying process is superficial. However, it was not possible to establish a relationship between the treatments and the antioxidant capacity of the essential oils studied, as all treatments showed high malonaldehyde values at time zero with subsequent decrease these values during storage indicating that there was complexation of malonaldehyde with others compounds.

KEYWORDS: Active packaging, essential oils, antioxidants, antimicrobial, nuggets.

1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais as indústrias de carnes buscam oferecer produtos sensorialmente agradáveis aos consumidores e com qualidade, de forma que se mantenham estáveis durante toda a vida útil oferecendo maior segurança com baixo custo de produção. Contudo, devido à composição química rica em proteínas, umidade, gorduras e demais nutrientes, os produtos cárneos sofrem com maior facilidade alterações físico-químicas e microbiológicas. Dentre as reações físico-químicas, as reações de oxidação lipídica e reações de cor que são consideradas de difícil controle devido a sua alta complexidade, podendo ser potencializada pela ação de microrganismos¹.

Os lipídeos que compõe os produtos cárneos possuem duas frações básicas: os fosfolipídios que são constituídos de membranas de células e os triglicerídeos que representam uma fonte de reserva energética com elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados que é um

dos principais fatores responsáveis pela oxidação lipídica. Além da gordura insaturada, outros fatores podem provocar o aceleração do processo oxidativo como a temperatura, luz, estresse mecânico, pigmentos heme, íons metálicos livres e oxigênio^{2,3,1}.

A oxidação é uma consequência da deterioração lipídica, podendo ocasionar a rancidez oxidativa com a produção de substâncias indesejáveis responsáveis pelo off-flavor como cetonas, aldeídos, álcoois, ácidos, hidrocarbonetos e outros que reduzem a vida de prateleira e o valor nutricional do produto. Além disso, estudos mostram que a interação dos produtos formados pelas reações de Maillard no aquecimento de carnes com o malonaldeído advindo da decomposição de hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados originam aminas aromáticas, que são substâncias tóxicas e cancerígenas^{4,5}.

Assim, uma das formas de medir o estado oxidativo e a tendência a rancidez em produtos cárneos é através da metodologia de quantificação do malonaldeído formado (TBARS – substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico). A reação do malonaldeído com o ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) produz substâncias reativas cuja coloração vermelha é medida espectrofotometricamente a 532 nm de comprimento de onda⁶.

Como a oxidação lipídica pode ser potencializada pela atividade microbiológica e devido ao fato de que vida útil de um produto estar diretamente relacionada com a sua carga microbiana, cria-se a necessidade em se controlar os microrganismos durante etapas de produção, estocagem e manipulação de alimentos, a fim de garantir as condições de higiene e segurança do mesmo, normalmente pela utilização das boas práticas de fabricação juntamente com a utilização de matérias primas de qualidade. Dessa forma, faz-se necessário o estudo de dois grupos de microrganismos que são responsáveis por produzir alterações em alimentos: os patogênicos, que são causadores de doenças em humanos e os psicrotóxicos, que se multiplica em temperaturas de resfriamento^{7,8}.

Uma pesquisa microbiológica de grande importância para alimentos é a contagem de coliformes totais e a 45°C onde se avalia as condições higiênico-sanitárias do produto, ou seja, uma alta carga de coliformes pode indicar erro de processamento, limpeza inadequada ou tratamento térmico insuficiente. Se na contagem houver um elevado número de coliformes a 45 °C este pode indicar a presença de materiais fecais, ou seja, *Escherichia coli*, que além de degradar o alimento pode causar doenças ao homem⁹.

Um dos principais causadores de infecções vinculadas a alimentos é o patógeno *Salmonella* spp. Ela está amplamente distribuída pela natureza e sua transmissão ocorre pelo consumo de alimentos contaminados, principalmente aquele advindo de produtos cárneos. A *Sal-*

monella spp sobrevive no ambiente e na carcaça durante o processo, podendo penetrar profundamente em tecidos e órgãos internos onde é difícil destruí-la. Daí a importância de sua análise e estudo^{10,7}. Além da *Salmonella*, têm-se ainda os estafilococos que além de se multiplicarem em alimentos de baixa atividade de água (Aw) estão associados a surtos de toxinfecção alimentar, devido a sua capacidade em produzir enterotoxinas termoresistentes a temperaturas entre 10° e 46°C¹¹.

No ramo alimentício, o foco principal de estudos está relacionado com a produção de alimentos com uma longa vida útil atrelada a inocuidade no que se refere à presença de microrganismos e suas toxinas. Na busca de substituir aditivos sintéticos por naturais têm-se os óleos essenciais encontrados em especiarias que é uma importante fonte de antioxidantes naturais relacionados à segurança alimentar. Eles são conhecidos por suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes e por isso vêm sendo amplamente utilizado em embalagens a fim de conservar os alimentos^{12,13}.

A oxidação lipídica pode ser reduzida ou até mesmo inibida mediante a utilização de antioxidantes em carnes e seus derivados, pois eles impedem a peroxidação lipídica utilizando o mecanismo que previne a inibição da cadeia, decompondo peróxidos, diminuindo as concentrações de oxigênio e de catalisadores. Há um gama de compostos que possuem atividades antioxidantes, mas não são todos que podem ser utilizados em produtos alimentícios, pois o uso de antioxidantes é controlado por leis ou normas internacionais¹⁴.

Dentre os óleos essenciais mais estudados temos o óleo de orégano, alecrim e cravo. Embora o orégano tenha sido mais empregado com agente aromatizante em produtos cárneos, análises químicas de seu óleo essencial revelam a presença de vários componentes antioxidantes e antimicrobianos. Já o alecrim vem sendo empregado historicamente por suas propriedades medicinais, contudo sua atividade antimicrobiana também tem despertado o interesse quanto ao seu uso no processo de conservação de produtos alimentícios. Com relação ao óleo de cravo sua comum utilização é como aromatizante em alimentos, contudo sua atividade antioxidante e bactericida mostrou-se bastante efetiva em estudos^{15,16,17,18}.

Recentemente pesquisadores têm estudado as embalagens para que além de promover uma barreira inerte a influências externas, possa também exercer algum outro papel na preservação dos produtos alimentícios. Essas embalagens são denominadas embalagens ativas, onde passam a ser incorporados aditivos ou outros compostos que realizam a absorção de oxigênio, etileno, umidade, dióxido de carbono, antioxidantes e agentes antimicrobianos^{19,20}.

Dentre os antimicrobianos utilizados em filmes ativos, há alguns óleos essenciais como: alecrim, cravo,

canela, orégano, noz-moscada, manjeriço e outros. Estes quando incorporados nas embalagens e em contato com o alimento ocasionam uma migração lenta e constante dos agentes bactericidas e bacteriostáticos por meio de difusão para a superfície do produto, fazendo com que a atividade microbiana seja mais efetiva²¹.

Nesse contexto, o objetivo do estudo foi avaliar o desenvolvimento da oxidação lipídica e microbiológica em empanados de frango tipo nuggets armazenados sob congelamento em embalagens ativas produzidas a partir dos óleos essenciais de alecrim, cravo e orégano em relação à embalagem controle.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Embalagens Ativas

O desenho experimental para o processamento das embalagens está apresentado na Tabela 1. Elas foram produzidas no Laboratório de Ciências de Alimentos do Departamento de Tecnologia da Universidade Estadual de Londrina através de extrusão realizado de acordo com Cestari *et al.* (2014)²².

Tabela 1. Composição (%) das embalagens ativas utilizadas.

| Tratamento | C | ORRO | CLRO | ORCLRO |
|-----------------|----|------|------|--------|
| Ecoflex | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Glicerol | 13 | 13 | 13 | 13 |
| Amido | 47 | 46 | 46 | 45 |
| Óleo de Orégano | - | 1 | - | 0,33 |
| Óleo de Cravo | - | - | 1 | 0,33 |
| Óleo de Alecrim | - | - | - | 0,33 |

C – Controle; ORRO – 1% Orégano e 1% Alecrim; CLRO – 1% Cravo e 1% Alecrim e ORCLRO – 0,33% Orégano, 0,33% Cravo e 0,33% Alecrim. **Fonte:** Cestari *et al.* (2014).

Produção dos Nuggets

Para a elaboração dos empanados de frango tipo nuggets seguiu a formulação e processamento descrito por Yamada (2002)²³. Os nuggets foram submetidos ao processo de empanamento, realizado em três etapas principais: pré-enfarinhamento, líquido de empanamento e farinha de cobertura, obtidos comercialmente pela empresa Kerry do Brasil, e a granulometria da farinha de cobertura variou de 0,24 mm a 0,84 mm de adequada textura e uniformidade. Em seguida, foi realizada a operação de pré-fritura até cozimento parcial em óleo por X minutos.

Os nuggets foram resfriados, acondicionados nas embalagens ativas que compuseram quatro tratamentos: 1) embalagem controle (C); 2) embalagens ativas contendo óleos essenciais de orégano e alecrim 1% cada (ORRO), 3) embalagens ativas contendo óleos essenciais de cravo e alecrim 1% cada (CLRO) e 4) embalagens ativas contendo óleos essenciais de orégano, cravo e alecrim 0,33% cada (ORCLRO) para posterior congela-

mento.

Análises Microbiológicas

A fim de se garantir a qualidade microbiológica da matéria prima e dos nuggets acondicionados nas embalagens ativas biodegradáveis, realizou-se a pesquisa de *Staphylococcus spp.*, Coliformes totais, Coliformes a 45°C e Clostridium sulfito redutor a 46°C no tempo 0, 30, 60, 90, 120 e 150 em duplicata. A detecção de *Salmonella spp.* foi realizada nos dias 0, 30 e 150. Para isso, 25 g de porção de nuggets triturados foram homogeneizados com 225 mL de água peptona por 1 minuto a fim de realizar a diluição inicial (10^{-1}) e a partir dela foram realizadas diluições seriada (até 10^{-4}).

A metodologia utilizada para detecção de *Salmonella spp.*, *Staphylococcus spp.*, Coliformes totais, Coliformes a 45°C e Clostridium sulfito redutor a 46°C foi seguida de acordo com FDA (1998)²⁴ e os resultados encontrados foram confrontados com a Resolução RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001²⁵, que estabelece o regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para produtos cárneos a partir da matéria-prima de aves.

Análise de Oxidação Lipídica

A oxidação lipídica foi determinada por meio das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) descrita por Raharjo *et al.* (1992)²⁶, sendo que as análises foram realizadas em duplicata por um período de 6 meses avaliando-se a oxidação na cobertura, no miolo e no nuggets inteiro.

Análise Estatística

Os resultados foram avaliados por meio da análise de variância (ANOVA) utilizando o programa SISVAR versão 5.3. Os mínimos quadrados obtidos pelo teste foram comparados com valores médios para todos os tratamentos e o teste de Tukey com 5% de significância foi utilizado para identificar diferenças significativas entre os períodos avaliados.

3. RESULTADOS

Análises Microbiológicas

A pesquisa de salmonela foi realizada nos dias 0, 30 e 150, enquanto que a demais análises foram realizadas 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias. Em todas as amostras para coliformes totais o resultado foi de <10NMP/g e coliformes a 45°C não foram detectados, o resultado dos testes de colagulase foi negativo na pesquisa de *Staphylococcus spp.* e *Salmonella spp.* foi ausente em 25g. Não foi detectado Clostridium sulfito redutor a 46°C nas amostras. Não houve diferença significativa entre as amostras para todos os microrganismos pesquisados, nem com relação às embalagens, nem com relação aos tempos.

Assim, todos os resultados mostraram-se de acordo com o que é estabelecido pela Legislação Brasileira²⁵.

Análise de Oxidação Lipídica

A oxidação lipídica é um termo utilizado para descrever alterações químicas resultantes da interação de lipídeos com oxigênio. Durante as reações de oxidação, os ácidos graxos se decompõem formando compostos secundários que são prejudiciais à qualidade do alimento. De tal modo, o parâmetro utilizado para medir a extensão da oxidação é o ensaio TBAR'S, onde o composto secundário que é detectado chama-se malonaldeído²⁷.

De acordo com os estudos realizados por Silva *et al.* (1999)²⁸, Nassu *et al.* (2003)²⁹ e Bertolin *et al.* (2010)³⁰, quando o teor de malonaldeído encontrado é baixo significa que outras substâncias provenientes do processo de oxidação se complexaram com o malonaldeído, impedindo a reação com o ácido 2-tiobarbitúrico (TBA). Nestes trabalhos, todos os tratamentos apresentaram altos valores de TBAR'S para o tempo zero com posterior decréscimo desses valores ao longo do tempo de armazenamento.

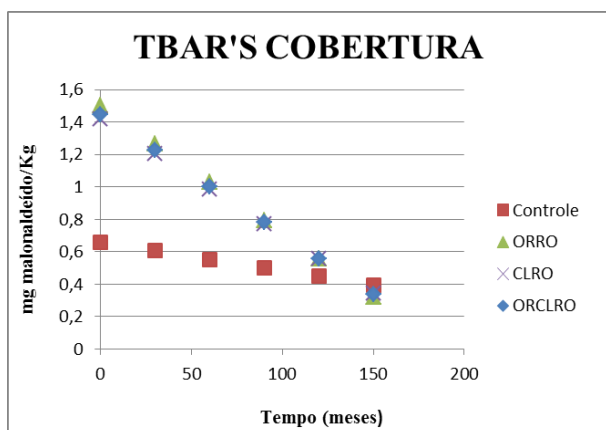


Figura 1. Índice de TBAR'S (mg malonaldeído/kg amostra) para cobertura do nuggets em relação ao tempo de armazenamento. **Fonte:** o próprio autor.

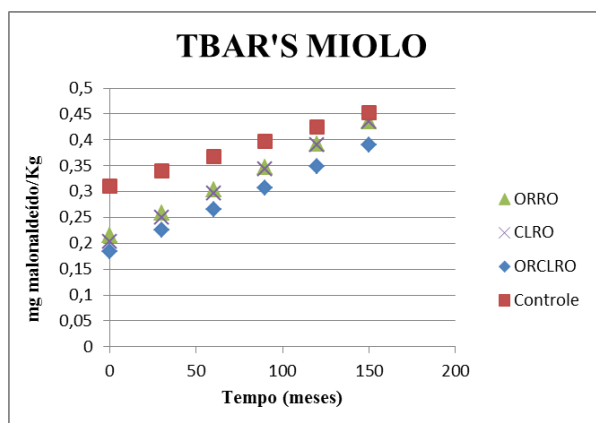


Figura 2. Índice de TBAR'S (mg malonaldeído/kg amostra) para o miolo do nuggets em relação ao tempo de armazenamento. **Fonte:** o próprio autor.

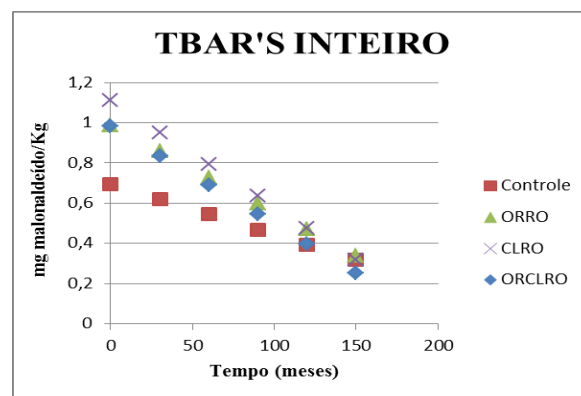


Figura 3. Índice de TBAR'S (mg malonaldeído/kg amostra) para o nuggets inteiro em relação ao tempo de armazenamento. **Fonte:** o próprio autor.

De acordo com os resultados observados nas Figuras 1 e 3 houve um decréscimo nos valores de TBAR'S em relação ao tempo zero durante o armazenamento, indicando que ocorreu a complexação do malonaldeído com outros compostos advindos da oxidação lipídica e por isso a cinética representada nessas figuras não é marcada pelo aumento exponencial da taxa de oxidação como representado na Figura 2. Uma vez oxidado o produto ele não pode retroceder a oxidação. Além disso, de acordo com a Tabela 2, o maior teor de oxidação está concentrado na cobertura e a menor no miolo, sugerindo que o processo de pré-fritura é capaz de aumentar a velocidade de oxidação na superfície que tem maior contato com o óleo quente.

Tabela 2. Média geral dos valores de mg de malonaldeído/Kg de amostra para a cobertura, miolo e nuggets inteiro em relação aos tratamentos.

| Tratamento | Média/cobertura (mg de malonaldeído/Kg) | Média/miolo (mg de malonaldeído/Kg) | Média/inteiro (mg de malonaldeído/Kg) |
|------------|---|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Controle | 0,525417 | 0,382042 | 0,50575 |
| ORRO | 0,910083 | 0,325292 | 0,663667 |
| CLRO | 0,8775 | 0,319208 | 0,71425 |
| ORCLRO | 0,891667 | 0,286958 | 0,616833 |

Fonte: o próprio autor.

Contudo, não é possível estabelecer uma relação entre os tratamentos e a capacidade antioxidante dos óleos essenciais estudados, pois os valores de TBAR'S que constam na Tabela 2 não representam a verdadeira taxa de oxidação por causa da complexação do malonaldeído com outros compostos.

5. CONCLUSÃO

Embora o uso de embalagens ativas com óleos essenciais seja uma alternativa para a substituição de antioxidantes sintéticos no processo de industrialização de alimentos, além de ser uma possível fonte de retardamento da taxa de oxidação e no controle microbiano, no

presente estudo não foi possível avaliar se as embalagens ativas surtiram efeito já que o malonaldeído foi encontrado em baixa concentração devido a sua complexação com outros compostos e as análises microbiológicas não apresentaram diferenças significativas entre as amostras para os microrganismos estudados durante o tempo de armazenamento, porém demonstrou que utilizamos matéria prima de boa qualidade microbiológica e boas práticas durante o processamento. Dessa forma, se faz necessário mais estudo sobre a efetividade da capacidade antioxidante e antimicrobiana de óleos essenciais empregados em embalagens ativas.

REFERÊNCIAS

- [1] Pereira GM. Aplicação de antioxidantes naturais em carne mecanicamente separada (CMS) de ave. 126 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Santa Maria. 2009.
- [2] Costa CM. Oxidação dos lipídeos da carne mecanicamente separada (CMS) de frango. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Alimento, Santa Maria, 1994.
- [3] Ferrari CKB. Oxidação lipídica em alimentos e sistemas biológicos: Mecanismos gerais e implicações nutricionais e patológicas. *Revista de Nutrição*, 1998; 11(1): 3-14.
- [4] Gray JI. Measurement of lipid oxidation: a review. *Journal of American Oil Chemists Society*, 1996; 55(6):539-546.
- [5] Kubow S. Lipid oxidation products in food and atherogenesis. *Nutrition Reviews*, 1991; 51(2):33-40.
- [6] Osawa CC, Felício PE, Gonçalves LAG. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificado e alternativo. *Química Nova*, 2005; 28(4): 655-663.
- [7] Mead GC. Microbiological quality of poultry meat: a review. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2004; 6(3) 135-142.
- [8] Lírío VS, et al. Frequência de 17 sorotipos de *Salmonella* isoladas em alimentos. *Higiene Alimentar*, 1998; 12(55): 36-42.
- [9] Franco BDG, Landgraf M. *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo: Atheneu, 1996.
- [10] Carvalho ACFB, Cortez ALL. *Salmonella* spp. em carcaças, carne mecanicamente separada, linguças e cortes comerciais de frango. *Ciência Rural*, 2005; 35(6): 1465-1468.
- [11] Santana WHE, Beloti V, Aragon ACL, Mendonça COBM. Estafilococos em alimentos. *Arq. Inst. Biol.*, 2010; 77(3): 545-554.
- [12] Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 2007; 46: 446-475.
- [13] Coote P, Brul S. Preservatives agents in food: mode of action and microbial resistance mechanisms. *International Journal of Food Microbiology*, 1999; 50 (1-2):1-17.
- [14] Shah AM, Bosco DJS, Mir AS. Plant extracts as natural antioxidantes in meat and meat products. *Meat Science*, 2014; 98(1): 21-33.
- [15] Govaris A, et al. The antimicrobial effect of orégano essential oil, nisin and their combination against *Salmonella* Enteritidis in minced sheep meat during refrigerated storage. *International Journal of Food Microbiology*, 2010; 137(2-3): 175-180.
- [16] Jiang Y, et al. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Rosemary. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 2011; 32(1): 63-68.
- [17] Devi PK, et al. Eugenol (an essential oil of clove) acts as an antibacterial agent against *Salmonella typhi* by disrupting the cellular membrane. *Journal of Ethnopharmacology*, 2010; 130(1): 107-115.
- [18] Gulçin I, Elmastas M, Enein-Aboul HY. Antioxidant activity of clove oil – A powerful antioxidant source. *Arabian Journal of Chemistry*, 2010; 5(4): 189-499.
- [19] Rooney ML. *Active food packaging*. Glasgow: Champam & Hall; 1995.
- [20] Vermeiren L, et al. Developments in the active packaging of foods. *Trends in Food Science & Technology*, 1999; 10(3):77-86.
- [21] Coma V. Bioactive packaging Technologies for extendend shelf life of meat-based products. *Meat Science*, 2008; v.78(1-2): 90-103.
- [22] Cestari LA, et al. Effect of active packaging on low-sodium restructured chicken steaks. *Journal of Food Science and Technology*, 2014; 52(6): 3376-3382..
- [23] Yamada EA. Derivados de levedura de destilaria: obtenção, propriedades funcionais e aplicação em produto cárneo emulsionado. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- [24] Food And Drug Administration (FDA). *Bacteriological Analytical Manual*. 8th, Ed. Revision A, Chapter 4, 1998.
- [25] ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, 2 de janeiro de 2001. [Acesso em: 13/10/2014] Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>.
- [26] Raharjo S, Sofos JN, Schmidt GR. Improved speed, specificity, and limit of determination of aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1992; 40(11): 2182-2185.
- [27] Fennema OR, Damidaran S, Parkin KL. *Química de Alimentos de Fennema*. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- [28] Silva AMF, Borges MFM, Ferreira AM. Método para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Química nova*, 1999; 22(1), p.95-103.
- [29] Nassu RT, Gonçalves LAG, Silva MAAP, Beserra FJ. Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat Science*, 2003; 63(1): 43-49.
- [30] Bertolin TE, et al. Antioxidantes naturais na prevenção da oxidação lipídica em charque de carne ovina. *Brazilian Journal of Food Technology*, 2010; 14(4): 83-90.