

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EXTRATOS NATURAIS NA MARINAÇÃO DE FILÉS DE PEITO DE FRANGO

Acadêmica: Rosileide Vilalba Rohod

Aquidauana-MS
Fevereiro/2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EXTRATOS NATURAIS NA MARINAÇÃO DE FILÉS DE PEITO DE FRANGO

Acadêmica: Rosileide Vilalba Rohod
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elis Regina de Moraes Garcia
Co-orientador: Dr. Jorge Antônio F. de Lara

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia”.

Aquidauana-MS
Fevereiro/2014

R636e Rohod, Rosileide Vilalba

Extratos naturais na marinação de filés de peito de frango/
Rosileide Vilalba Rohod. Aquidauana, MS: UEMS, 2014.
54p. ; 30cm

Dissertação (Mestrado) – Zootecnia – Universidade Estadual do
Mato Grosso do Sul, 2014.

Orientadora: Prof. Dr^a Elis Regina de Moraes Garcia.

1. Antioxidantes naturais 2. Carne de frango 3. Marinados I.
Título

CDD 20.ed. - 598.6



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
PRODUÇÃO ANIMAL NO CERRADO-PANTANAL



ROSILEIDE VILALBA ROHOD

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 21/02/2014.

Dra. Elis Regina de Moraes Garcia (UEMS),
Orientadora.

Dr. Charles Kiefer (UEMS).

Dr. André Luiz Julien Ferraz (UEMS).

**Ando devagar
Porque já tive pressa
E levo esse sorriso
Porque já chorei demais.**
Almir Sater

Dedico aos meus pais Avelino Rohod (*in memorian*) e Rosilda V. Rohod, pela maior herança deixada que foi minha educação. Por me ensinarem que mesmo diante das dificuldades nunca devo perder a fé em Deus.

Aos meus amigos e familiares que sempre torceram pelo meu sucesso e a quem pude recorrer nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

À **Deus** por ter me concedido força para concluir mais esta etapa em minha vida;

Ao meu pai Avelino Rohod (*in memorian*) por sempre ter acreditado em mim e por nunca ter medido esforços para minha formação pessoal e profissional, deixando muitas vezes seus próprios sonhos de lado para viver os meus e torná-los reais;

A minha mãe Rosilda V. Rohod, pela enorme dedicação, amor e por tantas vezes que compreendeu a minha ausência e silenciosamente assumiu meus medos. Embora distante, por ter estado sempre presente nos momentos bons e difíceis da minha caminhada. Posso afirmar que este trabalho também é uma conquista dela;

Ao meu irmão Flávio pelo apoio e por simplesmente fazer parte da minha vida.

À minha orientadora Dr^a. Elis Regina de Moraes Garcia, pela confiança, incentivo, paciência, amizade, carinho e, principalmente pelas orientações fornecidas com profissionalismo e sensibilidade, contribuindo para meu crescimento pessoal e profissional;

Ao meu coorientador, Dr. Jorge de Lara, pela motivação, paciência, confiança depositada em mim e principalmente pela sua contribuição na elaboração e execução do meu projeto de pesquisa;

Ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da UEMS e UEMS/PIBAP pela oportunidade de estudo e bolsa concedida durante o curso;

Aos professores pela enorme contribuição para minha formação durante a pós-graduação, Prof^a. Dr^a. Cristiane de Almeida Neves Xavier, Prof^a. Dra. Tânia Mara Baptista dos Santos, Dr. Jorge de Lara e, em especial ao Prof. Dr. André Luiz Julien Ferraz, que além de seus ensinamentos durante a pós graduação contribuiu pacientemente nas análises estatísticas;

Aos professores Prof. Dr. André Luiz Julien Ferraz, Prof^o, Dra. Cleujosí da Silva Nunes e Prof. Dr. Charles Kiefer pelas considerações e sugestões realizadas na banca de qualificação e defesa.

Aos funcionários da Embrapa Pantanal, Antônio, Miguel, Augusto, Barbosa, Emerson e Hernandes pela colaboração durante o experimento;

A Jovana e Gisele por compartilharem seus conhecimentos, ajuda nos momentos que precisei, pela recepção em Corumbá e por tornar meus dias mais divertidos;

A dona Madalena Baptista por ter me recebido e permitido minha permanência por sete meses na sua residência em Corumbá.

Aos meus amigos que, pelo convívio constante, pela força dada um para o outro se tornou minha família, Robson, Faby, Karla e Flávia. Sem eles tudo seria mais difícil. Muito Obrigada!

A Rosemary, Laura, Will, Valquíria, Christopher, Cristiane, Simone e Valéria pelo carinho e torcida nessa etapa da minha vida;

Aos estagiários, Jonathan e Tábata pelo auxílio em algumas tarefas executadas no experimento. E a Letícia pela ajuda na execução inicial do meu trabalho;

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a conclusão de mais uma etapa.

SUMÁRIO

RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS	15
1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVO GERAL	17
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1. Processo de Marinação.....	17
3.2. Contaminação Microbiana em Produtos Cárneos	19
3.3. Oxidação Lipídica em Carne de Frango	21
3.4. Antioxidantes: Mecanismos de Ação.....	24
3.4.1. Antioxidantes sintéticos.....	26
3.4.2. Antioxidantes naturais.....	26
3.4.2.1. Orégano	27
3.4.2.2. Alecrim	29
3.4.2.3. Manjerição.....	30
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
CAPÍTULO II – EXTRATOS NATURAIS NA MARINAÇÃO DE FILÉS DE PEITO DE FRANGO.....	39
INTRODUÇÃO	40
MATERIAL E MÉTODOS.....	41

RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
CAPÍTULO III - CONSIDERAÇÕES FINAIS	57

RESUMO

A produção de filés marinados vem para atender a demanda de consumidores que buscam por produtos semipreparados com qualidade nutritiva e com tempo de conservação prolongado. Entretanto, a carne de frango é um alimento susceptível as contaminações por microrganismos e a oxidação lipídica, devido ao perfil de ácidos graxos da sua composição, que afetam o sabor, o aroma, a cor e a textura, limitando sua estabilidade e vida de prateleira. Devido à possível toxicidade dos antioxidantes sintéticos e a preferência do consumidor por alimentos mais saudáveis, o uso de antioxidantes naturais, como orégano, alecrim e manjerição, representa uma alternativa na prevenção da oxidação lipídica e inibição microbiológica de carne de frango. Assim, esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos da adição de extratos naturais em marinados de filés de peito de frango sobre as propriedades físico-químicas, estabilidade oxidativa, inibição microbiológica e vida de prateleira. Foram utilizados 128 filés de peito (*Pectoralis major*) de frangos, distribuídos em um delineamento em blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 4 x 4 (antioxidante x tempo de armazenamento) totalizando 16 tratamentos, oito repetições e 32 filés de frango como unidade experimental. No processo de marinação, a salmoura foi formulada contendo 3 % de sal (NaCl), 5 % de tripolifosfato de sódio ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) e de 1,0% ácido acético ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$). A esta salmoura foram adicionados os antioxidantes em teste: 0,02% de butil hidroxi tolueno (BHT); 0,2% de orégano; 0,2% de alecrim e 0,2% de manjerição. O processo de marinação foi por imersão e injeção, realizada a temperatura de 5°C por 6 horas, seguido de drenagem por 30 minutos. As amostras destinadas ao acompanhamento da vida de prateleira (1, 7, 14 e 21 dias) foram estocadas a temperatura de 5°C. As variáveis analisadas foram: estabilidade oxidativa (valor das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico - TBARS), pH, cor (valor L^* , a^* e b^*) e contagem microbiológica (*Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*) durante 21 dias de armazenamento. A análise centesimal e o teor de cloretos foram realizados apenas aos cinco dias após a marinação. Não houve interação ($P>0,05$) entre os fatores estudados para os valores de TBARS, pH e cor dos filés de peito. Avaliando os efeitos isolados observou-se que os valores de TBARS e o pH não foram influenciados pelos tratamentos estudados. O emprego de diferentes antioxidantes naturais influenciaram alguns parâmetros

de cor, sendo observado que o tratamento com BHT foi significativamente diferente que os com aditivos naturais no valor b^* e quanto a luminosidade L^* observou-se o menor valor nos filés tratados com manjerição. Para valor de a^* não foi observado diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos. Ao avaliar o efeito do tempo de armazenamento observou-se aumento linear nos valores de TBARS com o avanço do período de estocagem. Para o pH verificou-se diminuição quadrática ($P<0,05$) após a estocagem dos filés marinados, que pode estar relacionado com a ação do ácido orgânico empregado na marinação (ácido acético). O posterior aumento do pH observado a partir do 11º dia de armazenamento pode estar associado ao aumento de bactérias, resultando na formação de amônia que eleva o pH. Nos resultados de cor, verificou-se queda linear no valor L^* durante o período de estocagem. Para o valor de b^* observou-se efeito quadrático em função do tempo de armazenamento, com redução dessa intensidade até 21 dias de armazenamento. Em relação ao valor de a^* observou-se efeito quadrático em função do tempo de armazenamento, com aumento da intensidade a partir dos 7 dias de armazenamento. Para composição centesimal, verificou-se influencia dos tratamentos para o teor de umidade e cinzas sendo observado que para ambos os parâmetros o menor valor encontrado foi nos filés tratados com alecrim. Por outro lado, os valores de lipídios e cloretos não foram influenciados pelos tratamentos. Considerando a contaminação microbiológica, não foi encontrada contaminação por *E. Coli* (UFC/g) nas amostras de filés. Para contagem de *S. aureus*, os tratamentos BHT, orégano e alecrim apresentaram $<10^2$ UFC/g até 14 dias de armazenamento excedendo o limite estabelecido como acima do tolerável pela legislação, aos 21 dias de estocagem. O tratamento com manjerição demonstrou-se pouco efetivo na inibição microbiológica, com contagem acima do permitido pela legislação aos 14 dias de estocagem.

Palavras-chaves: antioxidantes naturais, carne de frango, marinados, oxidação lipídica, vida de prateleira

ABSTRACT

The production of marinated filets comes to meet the demand of consumers looking for ready meal products with nutritional quality and extended shelf-life. However, the chicken meat is a susceptible food contamination by microorganisms and lipid oxidation due to the composition of its fatty acid profile, affecting the taste, aroma, color and texture, limiting its stability and shelf life. Due to the possible toxicity of the synthetic antioxidants and consumer preference for healthier foods, the use of natural antioxidants, such as oregano, rosemary and basil, is an alternative in the prevention of lipid oxidation and microbial inhibition of chicken. Thus, this work was developed with the objective of evaluating the effects of the addition of natural extracts marinated chicken breast fillets on the physico-chemical properties, oxidative stability, microbial inhibition and shelf life. Were used 128 breast fillets (*Pectoralis major*) for chickens distributed into a block design completely randomized factorial 4 x 4 (antioxidant x storage time) with 16 treatments, eight replicates and 32 chicken fillets as the experimental unit. In marination process, the brine was formulated containing 3% salt (NaCl), 5% sodium tripolyphosphate ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) and 1.0% acetic acid ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$). At this were added brine antioxidants test: 0.02% butyl hydroxy toluene (BHT), 0.2% of oregano, 0.2% of rosemary and 0.2% of basil. The marination process was by immersion and injection, performed at 5 ° C for 6 hours, followed by draining for 30 minutes. Samples intended for accompaniment the shelf life (1, 7, 14 and 21 days) the temperature of 5°C were stored. The variables analyzed were: oxidative stability (value of thiobarbituric acid reactive substances - TBARS), pH, color (value L *, a * and b*) and microbiological count (*Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*) during 21 days of storage. The proximate analysis and chloride content were conducted to merely five days after marination. There was no interaction ($P>0.05$) among the factors tested for TBARS values, pH and color of the breast fillets. Evaluating the single effects observed that TBARS values and pH were not affected by treatments studied. The use of different natural antioxidants influenced some color parameters, being observed that for treatment with BHT was significantly different than those with natural additives in b* and how much the luminosity L* was observed the lowest value in fillets treated with basil. To value a * was not observed differences ($P>0.05$) among

treatments. To evaluate the effect of storage time was observed linear increase in TBARS values with the advance of storage period. For pH was verified a quadratic decrease ($P < 0.05$) after storage of marinated filets, which may be related to the action of organic acid used in marination (acetic acid). The subsequent increase in pH observed from the 11th day of storage can be associated with increased of bacteria, resulting in the formation of ammonia, which elevates the pH. In color results, there was a linear decrease in L^* value during the storage period. For b^* value was observed quadratic effect a function of storage time, with a reduction of this intensity up to 21 days of storage. Relative to the value of a^* quadratic effect was observed as a function of storage time with increasing intensity from 7 days of storage. For proximate composition, there was influence of treatments for moisture content and ash was observed that for both parameters the lowest value was found in fillets treated with rosemary. On the other hand the values of lipids and chloride were not affected by treatments. Considering microbiological contamination, no contamination was found by *E. Coli* (UFC / g) in the samples of steak. To Count of *S. aureus*, the BHT treatments, oregano and rosemary had $<10^2$ UFC / g to 14 days of storage exceeding the limit established as above the tolerable by the legislation at 21 days of storage. Treatment with basil was demonstrated little effective in inhibiting microbial, with counts above those permitted by law to 14 days of storage.

Keywords: natural antioxidants, chicken, marinated, lipid oxidation, shelf life

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

O Brasil vem se destacando como um dos maiores produtores de carne de frango do mundo, pois segundo a ABEF (2013) a produção brasileira foi de 12,645 milhões de toneladas em 2012, mantendo a posição de maior exportador mundial e o terceiro maior produtor de carne de frango, atrás dos Estados Unidos e da China.

Para assegurar esta exportação à indústria tem sido cada vez mais competitiva produzindo produtos com maior valor agregado, maior diversificação, com aumento na elaboração de itens de conveniência e praticidade. Os cortes especiais, as porções/peças do frango e alguns produtos com alto valor agregado, como alimentos congelados a base de frango, carnes pré-cozidas, empanados, hambúrgueres e marinados passaram a ser estratégias de vendas das processadoras de frango.

Esta tendência está relacionada com a mudança de hábitos da população, pois a praticidade, conveniência, qualidade nutritiva e segurança alimentar, aliado a preços acessíveis, são condições básicas para os negócios na área da alimentação (OLIVO, 2006).

A produção de filés marinados encontra-se neste contexto e visa atender às necessidades de indústrias de pós-processados e satisfazer a demanda de carne pelo consumidor, surgindo como alternativa de produto semipreparado com tempo de conservação prolongado, ampliando as opções de consumo para carnes de aves, podendo ainda minimizar os efeitos da ocorrência dos efeitos da carne PSE (pálida, flácida e exsudativa) e melhorar a qualidade final do produto (PORTO et al., 2000; ALMEIDA et al., 2002; ALVARADO & SAMS, 2003).

Marinar é um processo tecnológico utilizado pelas indústrias para diversificar e aumentar a vida de prateleira da carne, onde a penetração ou difusão da salmoura, geralmente elaborada com vinagre e especiarias, melhora a textura, o sabor e a funcionalidade das proteínas (ALVARADO & SAMS, 2003).

Além disso, um dos grandes desafios na indústria é oferecer aos consumidores produtos macios, suculentos, com cor e sabor agradáveis e com a maior segurança alimentar. A carne de frango é um alimento altamente susceptível as contaminações por microrganismos, e devido ao perfil de ácidos graxos a sua composição está susceptível a oxidação lipídica que é um fator responsável pela perda de qualidade e das características nutricionais durante o processamento e o armazenamento, reduzindo seu tempo de prateleira.

Com o intuito de inibir ou retardar a oxidação das gorduras, são empregados os antioxidantes (FISCHER et al., 2005; RAMALHO & JORGE, 2006), principalmente os antioxidantes sintéticos: butil hidroxi anisol (BHA), butil hidroxi tolueno (BHT), galato de propila (PG) e terc butil hidroquinona (TBHQ) (GALOBART et al., 2001). No entanto, a sua utilização vem sendo questionada, pelos consumidores, devido ao suposto efeito tóxico (RAMALHO & JORGE, 2006).

Atualmente, há uma crescente busca por substâncias naturais que tenham a mesma função e eficiência dos antioxidantes sintéticos. Substâncias como os tocoferóis, ácidos fenólicos (RAMALHO & JORGE, 2006) e extratos de especiarias como orégano, alecrim, coentro, salsa, sálvia, tomilho e manjerição, dentre outras, podem ser antioxidantes naturais em potencial devido à presença de compostos fenólicos em sua composição (WETTASINGHE & SHAHIDI, 1999).

Dentre os compostos com maior potencial antioxidante estão o ácido carnósico e carnosol no extrato de alecrim (RICHEIMER et al., 1996), timol e carvacrol no orégano (ROMERO et al., 2012) e o eugenol, timol, carvacrol no manjerição (LEE et al., 2005).

Estudos têm demonstrado que uso de especiarias tem reduzido a ação bacteriana em produtos cárneos e ainda que o alecrim tenha sido mais amplamente estudado em produtos alimentícios, o orégano e manjerição tem sido objeto de estudos sobre sua ação na inibição de microrganismos em produtos cárneos (SAHIN et al., 2003; DI PASQUA et al., 2005).

Embora diversos trabalhos tenham comprovando a eficiência do processo de marinação e a atividade antioxidante de extratos naturais, informações relacionadas com a utilização de antioxidantes naturais no processo de marinação em filés de frangos ainda são escassas na literatura.

Portanto, espera-se que a ação dos antioxidantes naturais adicionados à salmoura possa proporcionar a manutenção da qualidade, por meio do retardo ou prevenção da oxidação lipídica e controle microbiológico em filés de frango marinados.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar extratos naturais adicionados à marinação sobre as propriedades físico-químicas, a estabilidade oxidativa e o controle microbiológico durante a vida de prateleira de filés de peito de frango.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar extratos os extratos de alecrim, orégano e manjerição adicionados à marinação nas propriedades físico-químicas e atributos de qualidade de filés de peitos de frango;
- Verificar a estabilidade oxidativa de filés de peito de frango marinados elaborados com os extratos de alecrim, orégano e manjerição, durante 21 dias de armazenamento sob refrigeração;
- Avaliar os extratos de alecrim, orégano e manjerição adicionados à marinação na contaminação microbiológica de filés de peito de frango durante 21 dias de armazenamento sob refrigeração a 5° C.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Processo de Marinação

A técnica de marinação consiste na incorporação de soluções em carnes que pode ser aquosa ou oleosa, geralmente elaborada com vinagre e especiarias, podendo conter diferentes ingredientes e/ou aditivos, tais como, sal, fosfato, proteína, entre outros (PORTO et al., 2000; ALVARADO & SAMS, 2003; XIONG, 2005), promovendo melhoria na textura e no sabor da carne (PORTO et al., 2000) e aumento do prazo de validade do produto (ZHENG et al., 2000).

De acordo com Sheard & Tali (2004), a marinação não só melhora as características de suculência e maciez da carne, mas também aumenta o peso

do produto comercializado, devido à retenção de água adicionada. Entretanto, os autores ressaltam que as concentrações dos ingredientes contidos na salmoura devem ser suficientes para melhorar a maciez e suculência, mas sem prejudicar as características organolépticas da carne e sem afetar aceitabilidade do consumidor.

As salmouras para marinados são soluções condimentadas que podem ser aplicadas na carne de maneira estática (imersão) ou dinâmica (massagem ou injeção). A técnica mais antiga se faz por meio de imersão da carne na salmoura, permitindo que os ingredientes penetrem por difusão da água no espaço extracelular com o passar do tempo, sem aplicação de nenhuma força (ROCHA, 2000; ZHENG et al., 2000).

A injeção provavelmente é o método mais utilizado em marinados, por permitir dosar uma quantidade exata de salmoura, garantindo regularidade no produto, que consiste em furar o músculo com agulhas e realizar a injeção da salmoura (LEMOS, 2005; VIANA, 2005). De acordo com Assis (2009), a injeção contribui para melhor dispersão dos ingredientes melhorando a qualidade da carne, a qual influencia diretamente a aceitabilidade dos produtos pelos consumidores.

O massageamento é um método de marinação recente, que consiste em colocar uma determinada quantidade de carne no massageador e adicionar a salmoura, permitindo que em alguns minutos a carne absorva a solução. É um processo que apresenta as vantagens da absorção rápida e uniforme da salmoura e a capacidade de marinar grandes volumes de carne. A faixa de temperatura ideal que a salmoura deve ser mantida é de 0° a 5°C para que ocorra melhor absorção e por questões sanitárias (BORTOLUZZI, 2006).

As proteínas não cárneas sozinhas, não permitem a retenção dos níveis de salmoura aplicados na injeção de cortes de carnes em geral. Motivo pela qual, a maioria das misturas de ingredientes para salmoura contém fosfatos, também conhecidos pela categoria de estabilizantes (VELAZCO, 1999).

Os fosfatos são os estabilizantes mais utilizados em produtos cárneos com objetivo de aumentar a capacidade de retenção de água na carne, pois essas substâncias ajustam o pH do sistema e favorecem a expansão das fibras da proteína da carne, permitindo a hidratação da mesma (OLIVO, 2006).

O tripolifosfato de sódio ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) (P_2O_3), o tetrapirofosfato de sódio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) e o pirofosfato ácido de sódio ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$) possuem 57,9, 53,4 e 63,9 % de fosfato, respectivamente. Os dois primeiros apresentam pH elevado, 9,2 e 10-10,5 respectivamente, o fato de ser altamente cáustico promove a produção do sabão na carne que contém a gordura. O pirofosfato ácido de sódio tem pH ácido, por volta de 4-4,3, e quando utilizado sozinho tem rendimento reduzido e contribui para o desenvolvimento rápido da cor curada em produtos de processados (DURAND, 2002).

Santos et al. (2012), ao avaliarem os efeitos de marinados com a utilização de bicarbonato de sódio, tripolifosfato de sódio e cloreto sobre as características da carne suína, observaram aumento do pH, redução na luminosidade, perda de exsudato, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento e aumento da maciez. Além disso, a utilização desses aditivos melhoraram a suculência e palatabilidade da carne. Sheard & Tali (2004) também observaram aumento na maciez e rendimento em carne suína marinada com a utilização de sal, tripolifosfato de sódio e bicarbonato de sódio.

O sal é provavelmente o ingrediente mais abundante em um marinado, pois sua adição realça o sabor da carne e atua como agente antimicrobiano e higroscópico (GUAJARDO & JARAMILLO, 1995). O sal também aumenta a capacidade de retenção de água, reduzindo a drenagem e as perdas no cozimento promovendo melhora na qualidade e textura do produto (XARGAYÓ et al., 2006).

Sal comum (NaCl) e fosfato são comumente utilizados, isolados ou combinados a fim de explorar sua ação sinérgica. Em face da alta retenção da água adicionada, a aplicação de fosfatos não só aumenta o peso do produto, como também incrementa a suculência e a maciez da carne (SHEARD & TALI, 2004; SANTOS et al., 2012).

3.2. Contaminação Microbiana em Produtos Cárneos

O desenvolvimento de produtos com qualidade e que não prejudiquem a saúde do consumidor ainda é um desafio que as indústrias enfrentam. Manutenção das condições higiênico-sanitárias é essencial no controle das

doenças transmitidas por alimentos. Vários fatores de risco como contaminação cruzada, falta de higiene na preparação do alimento, processamento e estocagem inadequados, podem permitir que microrganismos se multipliquem até atingir doses infectantes (MOTTIN, 2008).

Segundo Forsythe (2002), o crescimento e metabolismo bacteriano estão dentre os principais responsáveis pelas alterações na qualidade de alimentos frescos, que podem resultar em alterações do pH e formação de compostos tóxicos, odores desagradáveis e formação de gás e camadas limosas, assim como podem influenciar na oxidação de lipídeos e pigmentos contidos em alimentos gordurosos, resultando na liberação de sabor indesejável e na formação de compostos que possuem efeitos biológicos adversos ou que favoreçam a descoloração.

Bactérias patogênicas tais como *Listeria monocitogenes*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Clostrídio Sulfito Redutor* e *Estafilococos coagulase positivo* estão entre os microrganismos que se destacam na maioria das infecções e toxiinfecções alimentares e causam preocupação em relação a carnes cruas e processadas e a ambientes de produção avícolas (BOULOS & BUNHO, 1999).

Dentre os microrganismos, de origem alimentar ou não, a espécie *Staphylococcus aureus* é a que mais está associada às doenças estafilocócicas, cuja contaminação elevada desse microrganismo indica perigo potencial à saúde pública devido à produção de enterotoxina estafilocócica (FREITAS et al., 2004; FRANCO & LANDGRAF, 2005).

No que se refere à saúde pública, principalmente na área de vigilância sanitária de alimentos, o *Staphylococcus aureus* representa um dos mais frequentes causadores de surtos de origem alimentar, devido à manipulação incorreta durante as distintas etapas de processamento dos alimentos, somada aos riscos de contaminação das matérias-primas desde a origem, e às temperaturas inadequadas de conservação pós-cozção. A enterotoxina é produzida entre 10 e 48 °C, tem a faixa de 40 a 45 °C considerada ótima para a sua produção (GERMANO & GERMANO, 2003).

Os fatores que interferem no crescimento de *Staphylococcus aureus* são, entre outros, o pH, a atividade de água e a temperatura que, segundo

SILVA JUNIOR (2005), os valores ótimos para favorecer o crescimento estão em torno de 7,0; 0,83 e 37°C, respectivamente.

Esse gênero de bactérias cresce e produz enterotoxina em baixos valores de atividade de água e por possuir essa característica seletiva torna-se favorecido frente às outras bactérias. São halotolerantes, ou seja, não precisam de sal para se desenvolver, no entanto toleram a presença em até 15% de sal, podendo representar um perigo adicional, pela falta de microrganismos competidores (JAY, 1996).

A espécie *Escherichia coli* é composto por bactérias da família Enterobacteriaceae e faz parte do grupo coliforme. A *E. Coli* é um patógeno importante e membro da microbiota intestinal normal do homem, sendo encontrada nas fezes de todos os indivíduos (TRABULSI et al., 2004). Estudos sobre coliformes fecais e *E. coli* nos alimentos fornece informações sobre as condições higiênicas do produto, e indicação da eventual presença de enteropatógenos (FRANCO & LANDGRAF, 2005).

Portanto a presença desse microrganismo indica condições de higiene insatisfatórias durante o preparo do alimento, visto que sua detecção no alimento não necessariamente significa origem fecal, pois ela pode crescer fora do intestino do hospedeiro e permanecer no ambiente sujo por anos (ANONYMOUS, 1987).

A Comissão da Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 12 (BRASIL, 2001) elucida que, uma vez detectada a presença de *E. coli* no alimento, esta informação deve constar no laudo analítico. Além disso, na Resolução consta que uma tolerância para amostra indicativa é de 10^4 coliformes a 45 °C/g para carnes resfriadas ou congeladas, in natura, de aves (carcaças inteiras, fracionadas ou cortes). Em se tratando de amostra representativa (n = 5 amostras), admite-se que até três amostras apresentem resultados entre $5,0 \times 10^3$ a $1,0 \times 10^4$ coliformes a 45 °C/g.

3.3. Oxidação Lipídica em Carne de Frango

A oxidação lipídica nos alimentos ainda tem sido problema para a indústria, pois os produtos originados são indesejáveis tanto pela

decomposição dos lipídios como pela produção de compostos voláteis, que geram alterações sensoriais, assim como a destruição de constituintes essenciais, ocasionando redução no valor nutricional e a formação de compostos tóxicos durante o processamento e o armazenamento do alimento (MELO & GUERRA, 2002; KARPINSKA et al., 2001).

A carne de frango é um alimento altamente susceptível a oxidação lipídica devido ao seu elevado teor de ácidos graxos insaturados na sua composição. A formação de óxidos de colesterol, as alterações na composição de ácidos graxos e a consequente formação de compostos voláteis provenientes da oxidação lipídica são os principais fatores responsáveis pela perda de qualidade e das características nutricionais durante o processamento e o armazenamento da carne de frango (MARIUTTI & BRAGAGNOLO, 2009).

As alterações na qualidade da carne ocasionadas pela oxidação podem ser percebidas pelas alterações de sabor, textura, valor nutricional e pela produção de compostos potencialmente tóxicos (MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2009). As substâncias tóxicas produzidas são cetonas, aldeídos, alcoóis, hidrocarbonetos e ácidos, os quais são responsáveis pelo odor e sabor característico de ranço (OLIVO et al., 2006).

A oxidação lipídica em carnes inicia-se antes da morte do animal e continua aumentando na etapa pós-abate e durante o processamento do produto cárneo até este se tornar impróprio para o consumo (SELANI, 2010). Essa primeira fase da oxidação lipídica na ave ocorre nas membranas celulares, as quais são ricas em ácidos graxos poliinsaturados (CHIZZOLINE et al., 1998). Embora possuam mecanismo de defesa, as células animais podem continuamente sofrer ação de agentes estressores, provenientes de fontes internas e externas. Além disso, alguns agentes podem atuar como aceleradores das reações de peroxidação com formação de radicais livres (HALLIWELL, 1996; BERGMAN et al., 2001; SOARES, 2002).

A segunda fase da oxidação lipídica ocorre no momento pré-abate e, posteriormente, na etapa pós-abate, quando da instalação do *rigor-mortis* (MORRISSEY et al., 1998). As mudanças bioquímicas que acompanham a conversão do músculo em carne oferecem condições favoráveis à oxidação lipídica. Logo após a morte do animal, devido à falta da corrente sanguínea, o sistema preventivo de enzimas antioxidantes (superóxido dismutase, catalase

glutiona peroxidase, glutiona redutase) tem suas funções comprometidas, iniciando-se o processo de peroxidação autocatalítica. O grau desse processo é influenciado pelos eventos pré-abate, tais como a alimentação e o estresse, bem como por eventos pós-abate (OLIVO, 2006).

A terceira fase da oxidação lipídica ocorre durante as etapas de processamento dos produtos, como na desossa, cozimento, estocagem e exposição da carne ao ar (DECKER et al., 1993). Nesses processos ocorre à perda da integridade das membranas musculares pela desossa mecânica, moagem, reestruturação ou cozimento, promovendo mudanças nos compartimentos celulares, que resultam na liberação de ferro cataliticamente ativo da mioglobina e de outras proteínas. A interação destes e outros agentes pró-oxidantes com os ácidos graxos insaturados resultam na geração de radicais livres e na propagação das reações oxidativas (OLIVO, 2006).

Além disso, a oxidação lipídica promove modificação na cor de carnes, sendo este um atributo de qualidade que influencia na aceitabilidade de produtos cárneos e nas decisões de compra pelo consumidor. A cor associada como desejável a carnes de boa qualidade é dependente da espécie, para frangos *in natura* o róseo-acinzentado é considerado normal (CARPENTER et al., 2001; MANCINI & HUNT, 2005).

O pigmento mioglobina, principal responsável pela cor das carnes é constituído por uma proteína (a globina) e uma parte não protéica (o grupo heme). O grupo heme possui um átomo de ferro na posição central. O estado químico deste ferro irá determinar a cor da carne. Com sua forma reduzida (Fe^{+2}) a cor da carne apresenta-se vermelha (oximioglobina) e, com sua forma oxidada (Fe^{+3}) a cor da carne torna-se marrom (metamioglobina). A parte protéica auxilia na estabilidade desta cor. Com a eventual desnaturação da parte proteica, como ocorre no cozimento ou em outras situações, a carne muda de cor para o marrom. Sob condições extremas, o pigmento pode ser decomposto, com a separação do grupo heme da parte protéica. Isto acarreta a separação do átomo de ferro da estrutura, levando à cor amarelada e/ou esverdeada (OLIVO, 2002).

A oxidação lipídica causa a modificação da cor de carnes, pela transformação do pigmento oximioglobina, de coloração vermelho brilhante, em metamioglobina, tornando a carne marrom-acinzentada (KRANNER, 1994). A

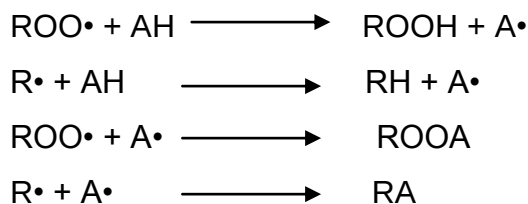
oxidação do pigmento pode catalisar a oxidação lipídica, assim como, os radicais livres produzidos durante esse processo podem oxidar o átomo de ferro ou desnaturar a molécula de mioglobina, alterando a cor do produto cárneo (JACOBSEN & BERTELSEN, 2000; LYNCH & FAUSTMAN, 2000).

3.4. Antioxidantes: Mecanismos de Ação

Um antioxidante é qualquer substância que é capaz de retardar, impedir ou atuar na prevenção da deterioração dos alimentos, notadamente óleos e gorduras, evitando formação de “ranço”, por processo de oxidação (GORDON, 2001; SILVA et al., 2010).

Os antioxidantes podem ou não ter atividade enzimática. Os que contêm atividade enzimática são capazes de bloquear o início da oxidação, por meio da remoção de espécies reativas ao oxigênio (ERO). Por outro lado, naqueles sem atividade enzimática as moléculas interagem com as espécies radicalares e são consumidas durante a reação, tais como os antioxidantes naturais e os sintéticos como os compostos fenólicos (MOREIRA & MANCINI-FILHO, 2004).

Os antioxidantes podem agir em diferentes fases do processo de oxidação funcionando por diferentes mecanismos e são, portanto, classificadas em duas categorias principais: antioxidantes primários e secundários. São denominados primários os compostos com ação antioxidante capazes de inibir ou retardar a oxidação por inativação de radicais livres através da doação de átomos de hidrogênio ou de elétrons, o que transforma os radicais em substâncias estáveis (Figura 1). Os antioxidantes secundários apresentam vários mecanismos de ação: ligação de íons metálicos (alteração de valência); inativação de ERO, conversão de hidroperóxidos em espécies não-radicalares ou absorção de radiação ultravioleta (UV) (GORDON, 1990; 2001).



Onde: ROO• e R• = radicais livres

AH= antioxidante fenólico

A•= radical arila

Figura 1: Mecanismo de atuação de antioxidantes primários.

Fonte: Shahidi & Naczk (2004)

A reação acontece através da doação do hidrogênio ativo do antioxidante ao radical lipídico (R•) e radical alquilperoxil (ROO•). Esta reação gera o radical arila (A•), a espécie alquilhidroperóxido e regenera o ácido graxo insaturado (FRANKEL, 1980). O radical arila formado pode se chocar com outros radicais R• e ROO• ainda presentes no meio reacional, originando produtos estáveis (RAMALHO & JORGE, 2006).

São exemplos de antioxidantes sem atividade enzimática e considerados como antioxidantes primários os compostos fenólicos, agindo como terminais para os radicais livres, promovendo remoção ou inativação destes, através da doação de átomos de hidrogênio a estas moléculas, interrompendo a reação em cadeia. Esses compostos atuam como antioxidantes, não apenas pela sua capacidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também em virtude de seus radicais intermediários estáveis, que evitam a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de lipídios (BRAND-WILLIAMS et al., 1995; RAMALHO & JORGE, 2006).

Os compostos fenólicos são substâncias amplamente distribuídas na natureza, mais de 8000 compostos fenólicos já foram detectados em plantas e frutas e produtos industrializados. Podem ser pigmentos, que dão a aparência colorida aos alimentos, ou produtos do metabolismo secundário, normalmente derivado de reações de defesa das plantas contra agressões do ambiente (BRAND-WILLIAMS et al., 1995).

3.4.1. Antioxidantes sintéticos

O uso de antioxidantes sintéticos para prolongar a vida de prateleira de carnes e produtos cárneos é comum nas indústrias de alimentos (SAMPAIO et al., 2012). O BHA é um dos antioxidantes mais eficazes e estáveis em alimentos, sendo bastante utilizado devido a sua resistência a altas temperaturas durante o processamento (GAVA, 1984). O TBHQ mostra-se mais eficiente em óleos vegetais, é mais estável que o BHA e o BHT em temperaturas elevadas, sendo considerado o melhor antioxidante para óleos de fritura e produtos fritos (ARAÚJO, 2004).

Devido às atuais recomendações governamentais e de consumo, a utilização de antioxidantes sintéticos é menos desejável, surgindo maior interesse da substituição de aditivos sintéticos por ingredientes naturais com funções similares sem afetar adversamente o odor, a cor ou o sabor da carne (MARIUTTI et al., 2009; SAMPAIO et al., 2012).

Estudos com a utilização de antioxidantes sintéticos têm demonstrado possíveis efeitos adversos em animais experimentais, como efeito carcinogênico, hiperplasia gastrointestinal e redução do nível de hemoglobina e a hiperplasia de células basais (ZHENG et al., 2001; RAMALHO & JORGE, 2006).

No Brasil, o uso destes antioxidantes é controlado pelo Ministério da Saúde que limita a 200 mg.kg⁻¹ para BHA e TBHQ e 100 mg.kg⁻¹ para BHT como concentrações máximas permitidas (REISHE et al., 1997). Assim, a procura por antioxidantes naturais que possam atuar, tanto isolados quanto sinergicamente com outros aditivos tem aumentado consideravelmente (MELO et al., 2003).

3.4.2. Antioxidantes naturais

Condimentos como antioxidantes naturais em produtos cárneos como hambúrgueres, almôndegas, embutidos e cortes marinados tem sido objeto de estudo, levando as indústrias de alimentos, de cosmética e farmacêutica a ter maior interesse em novas fontes de antioxidantes naturais (MARIUTTI & BRAGAGNOLO, 2007; PADILHA, 2007).

Várias fontes de antioxidantes naturais são conhecidas e algumas são amplamente encontradas no reino vegetal. Diversos extratos de ervas como orégano, sálvia (SAMPAIO et al., 2012), alecrim (LARA et al., 2011; ESTEVEZ et al., 2005), manjerição (JUNTACHOTE et al., 2007) têm sido estudados devido o poder antioxidante, que pode ser atribuído ao seu conteúdo de compostos fenólicos (RAMALHO & JORGE, 2006). Esses produtos naturais têm sido amplamente estudados por possuírem alta atividade antimicrobiana, baixa toxicidade ao homem, serem de fácil degradação e por apresentarem pouco impacto ao meio ambiente (MARQUES et al., 2004).

A família *Lamiaceae* possui aproximadamente 3500 espécies que são nativas principalmente na área do Mediterrâneo, embora algumas tenham origem na Austrália, no Sudoeste da Ásia e na América do Sul (CUPPETT & HALL, 1998). São exemplos as espécies de alecrim (*Rosmarinus* sp.), sálvia (*Salvia* sp.), orégano (*Origanum* sp.), tomilho (*Thymus* sp.), manjerição (*Ocimum* sp.), manjerona (*Marjorana* sp.), menta (*Mentha* sp.), segurelha (*Satureja* sp.), dentre outras, as quais são estudadas devido às suas propriedades antioxidantes, antimicrobianas e medicinais (MARIUTTI & BRAGAGNOLO, 2007).

3.4.2.1. Orégano

O orégano (*Origanum vulgare*) é uma planta perene que se adapta bem em solos secos e calcários (CLEFF et al., 2009) e tem sido muito estudado em função da sua propriedade antioxidante, tanto sob a forma de óleo ou de extratos (hexânico, acetônico ou metanólico), assim como emprego direto de suas folhas. O orégano fresco, após colheita e secagem (apesar de perda significativa de carotenóides e ácido ascórbico) apresentou elevada atividade antioxidante devido aos seus compostos fenólicos inibindo acima de 90% a peroxidação do ácido linoléico (RODRIGUES, 2002; CAPECKA et al., 2005).

A função dos compostos fenólicos presentes no orégano tem sido atribuído principalmente à sua ação antioxidante em alimentos. No entanto, esses compostos possuem várias de propriedades fisiológicas como

antialérgica, anti-aterogénica, anti-inflamatória, antimicrobiana, antitrombótica e vasodilatadora (BALASUNDRAM et al., 2006).

Em estudos *in vitro*, o óleo essencial de orégano, foi capaz de inibir o crescimento micelial e a produção de aflatoxina produzida pelo *Aspergillus parasiticus*, e *A. ochraceus* (BASÍLICO & BASÍLICO, 1999). Essas atividades são associadas, principalmente, aos compostos (timol e carvacrol) presentes nesse óleo essencial, que possuem atividade antimicrobiana frente a várias bactérias e fungos (ROMERO et al., 2012).

Ao verificar a atividade antioxidante do ácido ascórbico, extrato de orégano e polpa de tomate rico em licopeno, isolados e combinados, em empanados de Beef patties armazenados 2 °C, Sánchez-Escalante et al. (2003) observaram menores valores de TBARS em amostras tratadas com 500 ppm de orégano e com a mistura de 500 ppm de orégano e ácido ascórbico.

Sahin et al. (2003) conduziram um estudo para avaliar a efetividade antibacteriana do extrato metanólico e do óleo essencial de orégano sobre uma série de bactérias de interesse em alimentos. Os autores observaram que dentre os 24 tipos de bactérias utilizadas o óleo essencial foi efetivo na inibição em 10 bactérias ensaiadas, em destaque as bactérias patogénicas *E. coli* O157: H7, *Salmonella spp.* e *S. aureus*

Comparando ação antioxidante do orégano com inclusão de 0,5%, BHT e TBHQ, ambos com inclusão de 200 ppm em óleo de peixe, Tsimidou et al. (1995) concluíram que o extrato de orégano apresentou ação protetora contra oxidação do óleo de peixe, apresentando efeito antioxidante semelhante 200 ppm de BHA e TBHQ.

Fasseas et al. (2007), trabalhando com carne suína e bovina homogeneizada com 3% de óleo essencial de orégano e 3% de óleo de sálvia, e um grupo controle (sem adição de antioxidante), observaram que os tratamentos com óleos essenciais reduziu significativamente a oxidação com melhor eficácia na utilização do óleo de orégano.

Ao avaliar o efeito antimicrobiano do óleo de orégano na concentração de 0,25% em carne de peito de frango utilizando embalagem em atmosfera modificada e armazenada a 4°C, Petrou et al. (2012) constataram que a utilização do óleo inibiu o desenvolvimento da flora microbiana, retardou a oxidação lipídica e melhorou a qualidade sensorial da carne de frango fresca.

3.4.2.2. Alecrim

O *Rosmarinus officinallis* L., popularmente conhecido como alecrim, é um arbusto perene e nativo do Mediterrâneo, podendo atingir até 1,5 m de altura. Foi trazido ao Brasil pelos primeiros colonos e apresenta propriedades culinárias, medicinais, farmacêuticas e cosméticas, tendo sido utilizado por suas propriedades medicinais desde a antiguidade (SCHIRCH & MANCINI-FILHO, 2000; ANGIONI et al., 2004).

Segundo Afonso et al. (2010), o alecrim exibe importante capacidade anti-inflamatória, antioxidante, antimicrobiana, antitumoral e quimiopreventiva, e aproximadamente 90% da atividade antioxidante pode ser atribuída ao ácido carnósico (GALOBART, 2001, MIOLLA et al., 2009).

Em experimento conduzido para avaliar o efeito antioxidante dos óleos essenciais de sálvia e alecrim, ambos com uma inclusão de 0,1%, e um antioxidante sintético (BHT) com 0,02% de inclusão em patês de fígado suíno refrigerados a 4°C e armazenados por 30, 60 e 90 dias, Estevez et al.(2005) verificaram maior percentagem de inibição contra oxidação nos patês que foram adicionados extrato de alecrim (52,50%), seguido pela sálvia (48,22%) e o BHT (27,95%).

Lara et al. (2011), avaliando o potencial antioxidante do extrato de alecrim (30 mg/100 g de carne) e BHT (20 mg/ 100 g de carne) adicionados em hambúrgueres de carne suína armazenada sobre refrigeração por 6 dias, constataram que os menores valores de TBARS foram encontrados em hambúrgueres contendo alecrim durante todo o período de armazenamento, concluindo que o extrato natural exerceu efeito protetor contra oxidação dos lipídios e das proteínas preservando a cor, a textura e o aroma.

Bragagnolo et al. (2005) ao estudar a ação antioxidante do alecrim (0,1%) em peito de frango processado e armazenado por 9 dias sob refrigeração a 5°C, encontraram menores valores de TBARS nas amostras em que foi adicionado alecrim quando comparadas ao grupo controle (sem antioxidante). Concluíram ainda, que além do efeito protetor contra a oxidação, o alecrim protegeu a degradação do α e γ -tocoferol na carne durante o armazenamento.

Comparando ação antioxidante do alecrim e orégano, ambos adicionados 0,10% de folhas secas em almôndegas de carne de frango, Racanicci et al. (2004) concluíram que os extratos apresentaram ação protetora contra a rancificação das almôndegas, sendo que o extrato de alecrim apresentou ação superior ao orégano. No entanto, foi observada menor degradação da vitamina E nas amostras tratadas com orégano.

3.4.2.3. Manjerição

O *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae), conhecido popularmente como manjerição, é um subarbusto aromático, anual, ereto, muito ramificado, nativo da Ásia tropical e introduzido no Brasil pela colônia italiana (LORENZI & MATOS, 2002). Estudos com extrato de manjerição têm sido conduzidos com o intuito de testar o poder antioxidante que essa erva possui devido ao seu conteúdo de compostos fenólicos. Dentre os compostos que possui maior potencial antioxidante no manjerição, o eugenol, o timol e o carvacrol, são os mais importantes (LEE et al., 2005).

Em experimento realizado para avaliar o potencial antioxidante de óleos essenciais de alecrim e de manjerição, ambos nas concentrações de 0,05 e 0,1%, respectivamente, sobre a oxidação lipídica de charque de carne ovina, BERTOLIN et al. (2010) observaram maior potencial antioxidante para o tratamento com adição de 0,1% do óleo essencial de manjerição (53,6%), quando comparado ao óleo essencial de alecrim (36%).

A utilização de 0,42% de essencial óleo de manjerição sobre a inibição de bactérias de origem alimentar foi testada por Di Pasqua et al. (2005), os autores constataram pouca eficiência do óleo de manjerição contra bactérias como a *Salmonella* e *E. coli* O157:H7. Barbosa, (2010) também não encontrou resultados satisfatórios ao utilizar óleo essencial de manjerição em carne e hambúrguer bovinos contaminados artificialmente com *Listeria monocytogenes* e *Salmonella Enteritidis*.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEF – **Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango**. Disponível em: <<http://abef.com.br>>. Acesso em 10 out. 2013.
- AFONSO, M. et al. Interação entre antioxidantes naturais e espécies reativas do oxigênio nas doenças cardiovasculares: perspectivas para a contribuição do alecrim (*Rosmarinus offi cinalis* L.). **Nutrire: revista da Sociedade Brasileira de Alimentos**, v. 35, n. 1, p. 129-148, 2010.
- ALMEIDA, I. C. L. et al. Efeito de dois níveis de lisina e do sexo sobre o rendimento e qualidade da carne de peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1744-1752, 2002.
- ALVARADO, C. Z.; Y SAMS, A. R. Injection marination strategies for remediation of pale, exudative broiler breast meat, **Poultry Science**, v. 82, p. 1332-1336, 2003.
- ANGIONI, A. et al. Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v. 52, n. 11, p. 3530-3535, 2004.
- ANONYMOUS. 1987. **Food Science and Technology**. 104L. U.C. Davis, California, 104p.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**, 3. Ed. Viçosa: Ed. UFV, 2004. 478p.
- ASSIS, M. T. Q. M. **Avaliação físico-química de filés de peito de frango adicionados de sal, tripolifosfato de sódio e proteína isolada de soja**. 2009, 73f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- BALASUNDRAM, N. et al. 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.
- BARBOSA, L, N. **Propriedade antimicrobiana de óleos essenciais de plantas condimentares com potencial de uso como conservante em carne e hambúrguer bovino e testes de aceitação**. 2010, 121f. Dissertação

(Mestrado em Biologia de Parasitas e Microrganismos) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2010.

BASÍLICO, M.Z; BASÍLICO, J.C. Inhibitory effects of some spice essential oils on *Aspergillus ochraceus* NRRL 3174 growth and ochratoxin A production. **Letters in Applied Microbiology**, v. 29, p. 238–241, 1999.

BERGMAN, M et al. The antioxidant activity of aqueous spinach extract: chemical identification of active fractions. **Phytochemistry**, v.58, p.143-152, 2001.

BERTOLIN, T. E. et al. Antioxidantes naturais na prevenção da oxidação lipídica em charque de carne ovina. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 13, n. 2, p. 83-90, abr./jun. 2010.

BORTOLUZZI, R. C. Marinados In: OLIVO, R. **O mundo do frango**. Criciúma: Varela: 2006. p. 473-480.

BOULOS, E. E. M. S.; BUNHO, R. M. **Guia de leis e normas para profissionais e empresas da área de alimentos**. São Paulo: Varela, 1999. 175p.

BRAGAGNOLO, N. et al. Effect of rosemary on lipid oxidation in pressure-processed, minced chicken breast during refrigerated storage and subsequent heat treatment. **Europe Food Research Technology**, v. 221, p. 610-615, 2005.

BRAND-WILLIAMS, W. et al. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft Technologie**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº. 12 de 2 de janeiro de 2001.

CAPECKA, E. et al. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. **Food Chemistry**, v. 93, n. 2, p. 223-226, 2005.

CARPENTER, C.E. et al. Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. **Meat Science**. v. 57, n. 4, p. 359-363, 2001.

CHIZZOLINI, R. et al. Oxidation in traditional mediterranean meat products, **Meat Science**, v. 49, n.1, p. 87-99, 1998.

CLEFF, M. B. et al. Fitoterapia aplicada a Medicina Veterinária. In: MEIRELES, M. C. A.; NASCENTE, P. S. **Micologia Veterinária**. Pelotas: Universidade/UFPel, p. 385-400, 2009.

CUPPETT, S. L.; HALL III, C. A. Antioxidant activity of the Labiatae. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 42, p. 245-271, 1998.

DECKER, E. A. et al. Catalysis of lipid oxidation by iron originating from Na insoluble fraction of beef diaphragm muscle. **Journal Food Science**. v. 58, p. 233-236, 1993.

DI PASQUA, R. et al. In vitro antimicrobial activity of essential oils from Mediterranean Apiaceae, Verbanaceae and Lamiaceae against foodborne pathogens and spoilage bacteria. **Annals of Microbiology**, 55, p. 139-143, 2005.

DURAND, P. **Tecnología de los productos de charcutería y salazones**. Zaragoza: Acribia, 2002. 556p.

ESTEVEZ, M. et al. Sage and Rosemary essential oils versus BHT for the inhibition of lipid oxidative reactions in liver pate. **Lebensm Wiss Technol**, v. 40, n. 1, p. 58-65, 2005.

FASSEAS, M. K. et al. Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils, **Food Chemistry**, v. 106, p. 1188-1194, 2007.

FISCHER, G. et al. Peroxidação em amostras de milho, protegidas ou não por etoxiquim. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n.4, p. 27-232, 2005.

FORSYTHE, S.J. Microbiologia da segurança alimentar. Porto alegre: Artmed, 2002. 424p.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. 182p.

FRANKEL, E.N. Lipid oxidation. **Progress in Lipid Research**, v.19, p.1-22, 1980.

FREITAS, M. F. L. et al. Ocorrência de *staphylococcus aureus* em carcaças de frango. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 271-282, 2004.

GALOBART J. et al. Effect of dietary supplementation with rosemary extract and alpha-tocopheryl acetate on lipid oxidation in eggs enriched with omega3-fatty acids. **Poultry Science**, v. 80, n. 4, p. 460-467, 2001.

GAVA, A. J. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**, 1. ed. São Paulo: Nobel, 1984. 284p.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos: Qualidade das matérias-primas; doenças transmitidas por**

alimentos; treinamento de recursos humanos. 2. ed. São Paulo, SP: Varela, 2003. 655p.

GORDON, M. H. Measuring antioxidant activity. In POKORNY, J. et al **Antioxidants in food: practical applications**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, p. 71–84, 2001.

GORDON, M.H. The mechanism of antioxidant action in vitro. In: HUDSON, B. J. F. **Food Antioxidants**, p. 1-18, 1990.

GUAJARDO, E. R.; JARAMILLO, H.G. El marinado: una opción rentable en la carne de bovino. **Carnetec**, v. 2, n. 5, p. 2024, 1995.

HALLIWELL, B. Antioxidants in human health and disease. **Annual Reviews Nutrition**, London, v. 16, p. 33-50, July 1996.

JACOBSEN, M.; BERTELSEN, G. Color stability and lipid oxidation of fresh beef. Development of a response surface model for predicting the effects of temperature, storage time, and modified atmosphere composition. **Meat Science**, Kidlington, v.54, n.1, p. 49-57, 2000.

JAY, J. M. Prevalence of *Listeria* spp. in meat and poultry products. **Food Control**, v.7, p. 209-214, 1996.

JUNTACHOTE, T. et al. Antioxidative effect of added dried Holy basil and its ethanolic extracts on susceptibility of cooked ground pork to lipid oxidation. **Food Chemistry**, v. 100, p. 129–135, 2007.

KARPIŃSKA, M. et al. The use of natural antioxidants in ready-to-serve food. **Food Chemistry**, v. 72, p. 5-9, 2001.

KRANNER, J. Oxidative processes in meat and meat products: quality implications. **Meat Science**, v. 36, p.169-189, 1994.

LARA, M. S. et al. Evaluation of two natural extracts (*Rosmarinus officinalis* L. and *Melissa officinalis* L.) as antioxidants in cooked pork patties packed in MAP. **Meat Science**, n. 88, p. 481–488, 2011.

LEE, J. W., et al. Combined effect of gamma irradiation and rosemary extract on the shelf life of a ready-to-eat hamburger steak. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 72, p. 49–56, 2005.

LEMOS, A. L. S. C. Tecnologias disponíveis para realçar a maciez da carne bovina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 3., São Pedro. **Anais...** São Pedro, 2005.

- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Instituto Plantarum, Nova Odessa - SP, 2002. 512p.
- LYNCH, M. P.; FAUSTMAN, C. Effect of aldehyde lipid oxidation products on myoglobin. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 48, n. 3, p. 600-604, 2000.
- MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, v.71, p. 100–121, 2005.
- MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 1, p. 1-11, 2009.
- MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. Revisão: Antioxidantes Naturais da Família Lamiaceae. Aplicação em Produtos Alimentícios. **Brazilian Journal of food technology**, v. 10, n. 2, p. 96-103, 2007.
- MARQUES R. P. et al. Crescimento, esporulação e viabilidade de fungos entomopatogenicos em meios contendo diferentes concentrações do óleo de nim (*Azadirachta indica*), **Ciência Rural**, v. 34, p.1675-1680, 2004.
- MELO, E. A. et al. Atividade antioxidante de extratos de coentro (*Coriandrum sativum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 195-199, 2003.
- MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 36, n. 1, p. 1-11, 2002.
- MIOLLA, C. P. et al. Determinação de ácido carnósico em diferentes tipos de quimiotipos de *Rosmarinua officinalis* e em extrato metanólico após a separação da clorofila. In: XVII Encontro de Jovens Pesquisadores, 2009. Caxias do Sul. **Anais...** Universidade de Caxias do Sul. Rio Grande do Sul. 2009.
- MOREIRA, A. V. B.; MANCINI-FILHO, J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos, **Revista Nutrição**, v. 17, n. 4, p. 411-424, 2004.
- MORRISSEY, P. A. et al. Lipid stability in meat and meat products. **Meat Science**, v.49, p. 73-86, 1998.
- MOTTIN, V. D. **Avaliação microbiológica de apresuntados, fatiados e comercializados em supermercados de porto alegre, RS**. 2008. 71f.

Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

OLIVO, R. Fatores que influenciam as características das matérias-primas cárneas e suas implicações tecnológicas. **Revista Nacional da Carne**, v. 307, p. 72-83, 2002.

OLIVO, R. **O mundo do frango**. Criciúma. Editora Varela, 2006. 680 p.

PADILHA, A. D. G. **Antioxidante natural de erva mate na conservação da carne de frango *in vivo***. 2007. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PETROU, S. et al. Chitosan dipping or oregano oil treatments, singly or combined on modified atmosphere packaged chicken breast meat, **International Journal of Food Microbiology**, v. 156, p. 264-271, 2012.

PORTO, A. C. S. et al. Influência da composição da salmoura sobre os parâmetros físicos sensoriais e microbiológicos de filés de peito de frango marinados por imersão. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 141-150, 2000.

RACANICCI, A. M. C. et al. Antioxidant effect of dittany (*Origanum dictamnus*) in pre-cooked meat balls during chill-storage in comparison to rosemary (*Rosmarinus officinalis*). **Europe Food Research Technology**, 218:521–524, 2004.

RAMALHO, V.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

REISHE, D. W. et al. **Antioxidants**. Marcel Dekker: New York, 1997, p. 423.

RICHEIMER, S. L. et al. Antioxidant activity of lipid-soluble phenolic diterpenes from rosemary. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Bailey, v. 73, p. 507-514, 1996.

ROCHA, A. E. El marinado de la carne de ave. **Carnetec**, v.7, p. 28-32, 2000.

RODRIGUES, M. R. A. **Estudo dos óleos essenciais presentes em manjerona e orégano**. 2002. 181f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

ROMERO, A. L. et al. Composição Química e Atividade do Óleo Essencial de *Origanum vulgare* Sobre Fungos Fitopatogênicos. **UNOPAR Científica Ciência Biologia e Saúde**, v.14, n.4, p. 231-235, 2012.

SAHIN, F. et al. Biological activities of the essential oils and methanol extract of *Origanum vulgare* ssp. In the Eastern Anatolia region of Turkey. **Food Control**, v. 56, p. 2-9, 2003.

SAMPAIO G R. et al. Effect of natural antioxidant combinations on lipid oxidation in cooked chicken meat during refrigerated storage. **Food Chemistry**, n. 135, p.1383–1390, 2012.

SÁNCHEZ-ESCALANTE, A. et al. Combined Effect of Modified Atmosphere Packaging and Addition of Lycopene Rich Tomato Pulp, Oregano and Ascorbic Acid and their Mixtures on the Stability of Beef Patties. **Food Science and Technology International**; v. 9, n. 2, 2003.

SANTOS, V. M. O. et al. Marinade with alkaline solutions for the improvement of pork quality. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 47, n. 11, p.1655-1662, 2012.

SCHIRCH, D.T.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante em extratos de alecrim (*Rosmarinus officinalis*, L.). In: Congresso brasileiro de ciência e tecnologia de alimentos, XVII. 2000, Fortaleza. **Resumos**. Fortaleza: SBCTA, v. 2, p. 5-15, 2000.

SELANI, M. M. **Extrato de bagaço de uva como antioxidante natural em carne de frango processada e armazenada sob congelamento**. 2010. 101f. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Phenolics in food and nutraceuticals**. New York: CRC, 2004. 576p.

SHEARD, P.R.; TALI, A. Injection of salt, tripolyphosphate and bicarbonate marinade solutions to improve the yield and tenderness of cooked pork loin. **Meat Science**, v. 68, p. 305-311, 2004.

SILVA JUNIOR, E.A. **Fundamentos microbiológicos importantes**. In: Silva Júnior, E. A. Manual de Controle Higiênico- Sanitário em Serviços de Alimentação. 6.ed. São Paulo: Varela, 2005, p.25.

SILVA, M. L. C. et al. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 3-16, 2002.

- TRABULSI, L. R. et al. **Enterobacteriaceae**. In: TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. Microbiologia. 4 ed. Atheneu: São Paulo, p. 269- 276. 2004.
- TSIMIDOU, M. et al. Evaluation of oregano antioxidant activity in mackerel oil. **Food Research International**, v. 28, n. 4, p. 431-433, 1995.
- VELAZCO, J. El proceso de inyección desde el punto de vista fisiológico. **Carnetec**, v. 6, p. 24-29, 1999.
- VIANA, A. G. Tecnologia de marinados, glazes e rubs. **Revista Nacional da Carne**, v. 335, p. 64-68, 2005.
- WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, n. 5, p.1801-1812, 1999.
- XARGAYÓ, M. et al. Marinado por efecto “spray”: Uma solução definitiva para melhorar La textura de La carne. **Technology Department of metalquimia**, p.128-138, 2006. Disponível: <http://www.metalquimia.com/>. Acesso em: 03 de jul de 2013.
- XIONG, Y. L. Role of myofibrillar proteins in water-binding in brine-enhanced meats. **Food Research International**, v. 38, n. 3, p. 281-287, 2005.
- ZHENG, M. et al. Tenderness and yields of poultry breast influenced by phosphate type and concentration marinade. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v. 81, p. 82-87, 2000.
- ZHENG, W.; WANG, S. Y. Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs, **Journal of Agriculture Food Chemistry**, v. 49, p. 5165-5170, 2001.

CAPÍTULO II – EXTRATOS NATURAIS NA MARINAÇÃO DE FILÉS DE PEITO DE FRANGO

Artigo elaborado segundo adaptação das normas do Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos.

EXTRATOS NATURAIS NA MARINAÇÃO DE FILÉS DE PEITO DE FRANGO

Rosileide Vilalba Rohod¹, Elis Regina de Moraes Garcia², Jorge Antonio Ferreira de Lara³

RESUMO: Objetivou-se avaliar os efeitos de extratos naturais em marinados de filés de peito de frango sobre as propriedades físico-químicas, estabilidade oxidativa, inibição microbiológica e vida de prateleira. No processo de marinação foram utilizadas quatro formulações de salmoura: 0,02% de butil hidroxi tolueno (BHT); 0,2% de orégano; 0,2% de alecrim; 0,2% de manjerição. Para avaliação da vida de prateleira (1, 7, 14 e 21 dias) as amostras foram armazenadas a 5°C. Foram avaliados: cor (L^* , a^* e b^*) pH, (TBARS), contagem de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. As análises centesimal e teor de cloretos foram realizadas cinco dias após a marinação. Os valores de TBARS e pH não foram influenciados pelos tratamentos. Para os resultados de cor verificou-se menor valor de L^* e b^* no tratamento com manjerição e BHT, respectivamente. O valor de a^* não foi influenciado pelos tratamentos. Avaliando o efeito do tempo de armazenamento observou-se aumento da oxidação até 21 dias de estocagem. Para o pH verificou-se diminuição quadrática ($P < 0,05$) após o armazenamento. Nos resultados de cor, verificou-se queda linear no valor L^* durante o período de estocagem. No entanto, valor de b^* teve efeito quadrático em função do tempo de armazenamento, com redução até 21 dias. Em relação ao valor de a^* verificou-se efeito quadrático, com aumento a partir dos 7 dias de estocagem. Para composição centesimal, o tratamento alecrim apresentou valor de umidade e cinzas inferiores aos obtidos pelos demais tratamentos. Os teores de lipídios e cloretos não foram influenciados pelos tratamentos. Considerando a contaminação microbiológica, não foi encontrada contaminação por *E. Coli* (UFC/g). Para contagem de *S. aureus*, os tratamentos apresentaram $< 10^2$ UFC/g até 14 dias, exceto o manjerição que aos 14 dias excedeu o limite estabelecido pela legislação.

Palavras-chaves: antioxidantes naturais, carne de frango, marinados, oxidação lipídica, vida de prateleira

¹ Mestre em Zootecnia – Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS), Rodovia 358 Aquidauana – UEMS, km 12, Zona Rural, CEP: 78200-000, Aquidauana – MS, 359 Brasil. rosileid_r@yahoo.com.br

² Professora Adjunta do Curso de Zootecnia e do Programa de Pós-graduação em Zootecnia - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – Rodovia Aquidauana/UEMS - Km 12 - CEP: 79200-000 – Aquidauana, MS. Brasil. E-mail: ermgarcia@uems.br.

³ Pesquisador em Ciência de Alimentos da Embrapa Pantanal, Rua 21 de Setembro 1880, CEP:79320-900, CP 109, Corumbá-MS e-mail: jorge@cpap.embrapa.br

INTRODUÇÃO

Em função da crescente demanda de refeições rápidas e da praticidade doméstica, a produção de filés de peito tem se diversificado. Os filés marinados encontram-se neste contexto e podem atender às necessidades de indústrias de pós-processados e satisfazer a demanda de carne pelo consumidor, surgindo como alternativa de produto semipreparado com tempo de conservação prolongado, ampliando as opções de consumo para carnes de aves (PORTO et al., 2000; ALMEIDA PAZ et al., 2002).

Marinar é um processo tecnológico tradicional, cuja penetração ou difusão da salmoura, geralmente elaborada com vinagre e especiarias, promove melhorias na textura, sabor e funcionalidade de proteínas (LE MOS et al., 1999; PORTO et al., 2000; ALVARADO & SAMS, 2003). Quando realizada na carne de frango, antes do *rigor mortis*, pode minimizar a ocorrência dos efeitos da carne PSE (pálida, flácida e exsudativa) e melhorar a qualidade final do produto (ALVARADO & SAMS, 2003).

A contaminação por microrganismos e a oxidação lipídica da carne, ainda têm sido problemas para a indústria de processados. A carne de frango é um alimento altamente susceptível a oxidação lipídica em função do teor de ácidos graxos insaturados na sua composição. A formação de óxidos de colesterol, as alterações na composição de ácidos graxos e a consequente formação de compostos voláteis provenientes da oxidação lipídica possuem um papel de destaque dentre os fatores responsáveis pela perda de qualidade e das características nutricionais durante o processamento e o armazenamento da carne de frango (MARIUTTI & BRAGAGNOLO, 2009).

Com a finalidade de inibir ou retardar a oxidação das gorduras, são empregados os antioxidantes (FISCHER et al., 2005; RAMALHO & JORGE, 2006), principalmente os sintéticos: butil hidroxi anisol (BHA), butil hidroxi tolueno (BHT), galato de propila (PG) e terc butil hidroquinona (TBHQ) (GALOBART et al., 2001). No entanto, a sua utilização vem sendo questionada pelos consumidores, devido ao suposto efeito tóxico (RAMALHO & JORGE, 2006).

Atualmente, há uma crescente busca por substâncias naturais que tenham a mesma função e eficiência dos antioxidantes sintéticos. Substâncias como os tocoferóis, ácidos fenólicos (RAMALHO & JORGE, 2006) e extratos de especiarias como orégano, alecrim, coentro, salsa, sálvia, tomilho e manjerição, dentre outras, podem ser antioxidantes naturais em potencial e inibidores de microrganismos devido à presença de compostos fenólicos em sua composição (WETTASINGHE & SHAHIDI, 1999; SAHIN et al., 2004; BERTOLIN et al., 2010; LARA et al., 2011).

Os compostos que possuem maior potencial antioxidante são o ácido carnósico e o carnosol no extrato de alecrim (RICHEIMER et al., 1996), o timol e o carvacrol no orégano (ROMERO et al., 2012) e o eugenol, o timol, e o carvacrol no manjerição (LEE et al., 2005).

Portanto, a adição de condimentos a carne de frango, além de conferir as características organolépticas desejadas, também pode auxiliar na sua preservação, prevenindo ou retardando sua deterioração por oxidação e ação microbiológica durante o processamento ou armazenamento (MARIUTTI & BRAGAGNOLO, 2009).

Embora trabalhos comprovem a eficiência do processo de marinação ou de extratos naturais sobre as atividades antioxidante e antimicrobiana em produtos cárneos, a avaliação de sua associação sobre a vida de prateleira em filés de peito de frango ainda são escassos. Diante disso, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito dos extratos de orégano, alecrim e manjerição adicionados na marinação sobre a estabilidade oxidativa, as propriedades físico-químicas e a inibição microbiológica de filés de peito de frango durante 21 dias de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Carnes da Embrapa Pantanal. Foram utilizados 128 filés de peito (*Pectoralis major*) de frangos, padronizados em uma faixa de peso entre 150 e 200 gramas, adquiridos no mercado local. A aquisição dos filés foi realizada em quatro períodos, compreendidos nos meses de maio, junho, julho e agosto, sendo que em cada período foram utilizados oito filés para cada tratamento, totalizando 32 filés por período.

Adotou-se um delineamento em blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 4 x 4 (antioxidante x tempo de armazenamento) totalizando 16 tratamentos com oito repetições. As coletas foram consideradas como bloco, corrigindo assim, os efeitos das diferentes condições do processamento e armazenamento que os filés foram submetidos antes da aquisição.

Preparo das salmouras e marinação

A solução para a marinação dos filés de frango foi preparada com água destilada fervida e resfriada a 5°C, adicionados 3 % de sal (NaCl), 5 % de tripolifosfato de sódio ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$), 1,0% ácido acético ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$). A essa salmoura foram acrescentados os antioxidantes em teste: butil hidroxi tolueno (BHT) (0,02%), orégano (0,2%), alecrim (0,2%) e manjerição (0,2%).

O processo de marinação foi realizado por injeção e imersão. A salmoura foi injetada nos filés de frango, com auxílio de uma injeção e agulha, na proporção de aproximadamente 7% do seu peso inicial, procurando-se injetar a solução de maneira uniforme por toda a peça carnea. Imediatamente após a injeção, os filés foram submersos na salmoura em uma proporção de 1,5:1 (v/p) e colocados sob refrigeração a 5°C, onde permaneceram por seis horas. Após, foi realizada a drenagem dos filés por 30 minutos e transferidos para sacos de polietileno estéreis e armazenadas sob refrigeração a 5°C para a realização das análises de TBARS, cor (L^* , a^* e b^*), pH e microbiológica após um dia de marinação e nos intervalos de 7, 14 e 21 dias de estocagem.

Análises físico-químicas

Oxidação lipídica (TBARS)

Para determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), aproximadamente 10 g de amostra foi misturada com 50 mL de solução de ácido tricloroacético (TCA), composto de 7,5% de TCA e 0,1% de

propil galato, homogeneizada durante 1 minuto e filtrada. Em tubo de ensaio foram misturados 4 mL do filtrado com 1 mL de solução de TCA 7,5% e 5 mL de solução TBARS 0,02%, método modificado (VYNCKE, 1970). Estes tubos foram cobertos e aquecidos em banho-maria por 40 minutos, resfriados em água corrente e as absorbâncias lidas em espectrofotômetro em comprimento de onda de 538 nm. Os resultados foram expressos em mg de malonaldeído (MDA).kg-1 amostra.

Medidas de pH e cor instrumental

A leitura do pH foi mensurada com o potenciômetro digital portátil (Toledo®) devidamente calibrado com as soluções tampão 4,0 e 7,0. O eletrodo para carne foi inserido diretamente nas amostras para a mensuração do pH. As determinações foram realizadas em triplicata utilizando-se três amostras e efetuadas uma leitura em cada filé.

A cor instrumental foi determinada por um colorímetro da Minolta® (modelo CR-10), sob ângulo de 90°, a temperatura ambiente. As mensurações de cor foram realizadas em três filés sendo efetuadas duas leituras em cada filé totalizando seis leituras para cada tratamento estudado. Os valores de L*, a* e b* foram baseados no sistema CIELAB, desenvolvido por Hunter (1975). O valor de L* determina o cromo associado à luminosidade (L* = 0 preto, L* = 100 branco), a* o cromo que varia de verde (-a) a vermelho (+a); e b* que varia de azul (-b) ao amarelo (+b).

Determinação da composição centesimal e teor de cloretos

As análises para determinação do teor de cloretos e composição centesimal foram realizadas após cinco dias de marinação em triplicata.

As porcentagens de lipídeos, umidade e cinzas foram determinadas de acordo com a metodologia descrita pelo MAPA (BRASIL, 1981).

Para a determinação de cloretos, foram adicionadas à matéria mineral 3 gotas de ácido nítrico e 10 ml de água quente. Essa solução foi filtrada e adicionado hidróxido de sódio 0,1 N para ajustar o pH em torno de 6,5 a 10,5. Em seguida foi adicionado 1mL de solução de cromato de potássio a 5% e então a solução foi titulada com nitrato de prata 0,1 N até obter a coloração vermelho-tijolo (LANARA, 1981).

Análise microbiológica

A análise microbiológica foi realizada com o emprego das membranas Petrifilm®, de acordo com as recomendações do fabricante. De cada amostra, 25 g foram trituradas, adicionadas 225 mL de água peptonada a 0,1% e, posteriormente, misturadas em homogeneizador de amostras (Marca Marconi, modelo MA 440/CF) por 60 segundos. Em seguida, 1 mL desta diluição foi semeado em duplicata em membranas Petrifilm® específicas para contagem de *S. aureus* e *E. coli*. Posteriormente, as membranas foram incubadas e mantidas em estufa a 35°C por 24 horas para análise de *S. aureus* e 48 horas para *E. coli* de acordo com as recomendações do fabricante.

A contagem de colônias em *S. aureus* foi realizada na área de crescimento circular, considerando o número total de colônias vermelho-

violetas. A contagem de colônias de *E. coli* foi realizada na área de crescimento circular considerando como *E. coli* as colônias azuladas, vermelho-azuladas e que produziram gás verificado pela formação de bolhas adjacentes a colônia.

A contagem de colônias viáveis correspondeu às médias dos valores obtidos em cada uma das duas repetições.

Análise estatística

Os dados obtidos para todas as variáveis em função dos diferentes antioxidantes foram submetidos à análise de variância adotando-se o nível significância de 5% e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

Para avaliação dos dados de cor, pH e TBARS obtidos em função do tempo de armazenamento foi utilizada análise de regressão polinomial, adotando-se o nível significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre os fatores estudados para os valores de TBARS, pH e cor dos filés de peito (Tabela 1). Os valores de TBARS são utilizados como indicadores do grau de oxidação lipídica, sendo quantificados em miligramas de malonaldeído (MDA). Em relação aos resultados da oxidação lipídica não foi observada diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

Estudos com extratos de especiarias como orégano, alecrim e manjerição têm comprovado a ação antioxidante que esses aditivos possuem devido ao seu conteúdo de compostos fenólicos tais como, o ácido carnósico e carnosol no extrato de alecrim, timol e carvacrol no orégano e eugenol, timol, carvacrol no manjerição (RICHEIMER et al., 1996; LEE et al., 2005; RAMALHO & JORGE, 2006; ROMERO et al., 2012).

Tabela 1- Valores médios ($\pm$ EP) observados de TBARS, pH e cor (L^* , a^* e b^*) de filés de frangos marinados com diferentes antioxidantes mantidos sob refrigeração a 5°C durante 21 dias.

Parâmetros	TBARS (mg malonaldeído/kg)	pH	Cor		
			L*	a*	b*
Tratamentos					
BHT	0,32±0,04	5,79±0,03	58,68±0,47 a	-9,54±0,12	17,83±0,23 b
Orégano	0,32±0,03	5,76±0,04	58,40±0,45 a	-9,90±0,74	18,43±0,16 a
Alecrim	0,35±0,02	5,74±0,04	57,94±0,39 a	-9,71±0,37	18,51±0,19 a
Manjeriço	0,40±0,03	5,77±0,04	56,61±0,53 b	-9,68±0,15	18,48±0,21 a
Tempo					
1	0,24±0,02	5,84 ±0,03	59,56±0,39	-9,83±0,31	17,85±0,22
7	0,28±0,02	5,69±0,04	58,43±0,37	-11,44±0,31	18,35±0,16
14	0,42±0,03	5,69±0,05	58,10±0,41	-9,79±0,31	18,77±0,19
21	0,43±0,03	5,82±0,04	55,54±0,46	-7,80±0,31	18,28±0,20
Valor de P					
Antioxidante	0,0589	0,5655	0,0001	0,8960	0,0251
Tempo	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0052
Tempo x Antioxidante	0,3179	0,4454	0,6537	0,9991	0,7435

Na coluna, médias seguidas de letras diferentes se diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05)

Resultados diferentes do presente estudo foram encontrados por Racanicci et al. (2004) que, comparando a ação antioxidante de folhas secas do alecrim e orégano (ambos adicionados a 0,10%) em almôndegas de carne de frango, verificaram que o extrato de alecrim apresentou ação superior ao orégano.

A diferença entre esse estudo e o presente trabalho pode estar relacionada à forma em que o produto cárneo encontrava-se, pois a carne quando moída aumenta a superfície de contato o que pode proporcionar melhor incorporação de aditivos quando utilizado. Sugerindo assim, que a 0,20% em contes cárneos não triturados o orégano passa a ser efetivo como o alecrim.

Lara et al. (2011), avaliando o potencial antioxidante do extrato de alecrim e do BHT adicionados em hambúrgueres de carne suína, observaram que o extrato natural exerceu maior efeito protetor contra oxidação lipídica que a exercida pelo BHT.

Em estudo realizado para avaliar a estabilidade oxidativa de almôndegas de sardinha refrigeradas a 4 °C por 6 dias, Piedade (2007) verificou maior eficiência do orégano em relação ao alecrim. Da mesma forma, Sánchez-Escalante et al. (2003) avaliando a ação antioxidante do ácido ascórbico, extrato de orégano, licopeno, verificaram menores valores de TBARS em empanados de carne bovina tratados com orégano.

Apesar das diferenças entre os modelos cárneos utilizados neste trabalho dos autores acima mencionados, os resultados demonstraram a possibilidade de substituir os antioxidantes sintéticos tais como BHT, pelos extratos naturais com atividade antioxidante, uma vez que os antioxidantes sintéticos estão cada vez mais restritos devido às limitações de uso pela legislação e, principalmente pela preferência do consumidor por aditivos naturais.

Os valores médios de pH variaram de 5,77 a 5,79 e não foram influenciados ($P < 0,05$) pelos tratamentos estudados. Carvalho (2013) encontrou valores de pH entre 5,46 a 6,10 em marinados de peito de frango quando adicionados alho, urucum, açafrão, pimenta calabresa, pimenta preta, orégano e manjerona. Resultados semelhante ao presente estudo foram encontrados por Garcia et al. (2012), que relataram resultados de pH em peitos de frango marinados com a utilização de glutamato monossódico e cloreto de sódio com valores de 5,84 e 5,87, respectivamente.

Woefel & Sams (2001) avaliaram o efeito da marinação em peito de frango de duas soluções, uma contendo 16,3% de água e tripolifosfato de sódio (0,35 %NaCl e 0,35 %TPS, pH 9) e outra com concentração de 16,3% de água+TPS (0,35%NaCl e 35% hexametáfosfato+TPS, pH 11), e obtiveram carnes com pH de 5,88 e 5,83, respectivamente.

O emprego de diferentes antioxidantes naturais influenciaram alguns parâmetros de cor no presente estudo. Neste sentido, o tratamento com BHT foi significativamente diferente que os com aditivos naturais no valor b^* . Já o tratamento com manjeriço apresentou a luminosidade L^* diferente dos demais tratamentos. Diferenças entre os tratamentos são esperadas, pois refletem as próprias diferenças existentes nos aditivos, principalmente no caso de extratos. No que se refere ao valor de a^* não observou-se diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos.

Resultados diferentes foram encontrados por Carvalho (2013) em marinados de peito de frango com adição de várias de especiarias (alho,

urucum, açafrão, pimenta calabresa, pimenta preta, orégano e manjerona) que encontraram valores de L*, a* e b* de 63,30; 1,58 e 36,07, respectivamente. Variações na cor da matéria-prima e a adição de vários condimentos não utilizados neste experimento podem indicar as diferenças de luminosidade observada entre os trabalhos.

Ao avaliar o efeito do tempo de armazenamento observou-se aumento linear nos valores de TBARS (Figura 1) com o avanço do período de estocagem. Esse efeito possivelmente pode estar relacionado com conteúdo relativamente elevado de ácidos graxos insaturados na carne de frango, limitando o seu armazenamento por longos períodos. Os substratos das reações de oxidação lipídica são, principalmente, os ácidos graxos insaturados, portanto o grau de insaturação é o que mais influencia na velocidade de oxidação até em carnes congeladas (OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2001; PEREIRA et al., 2006).

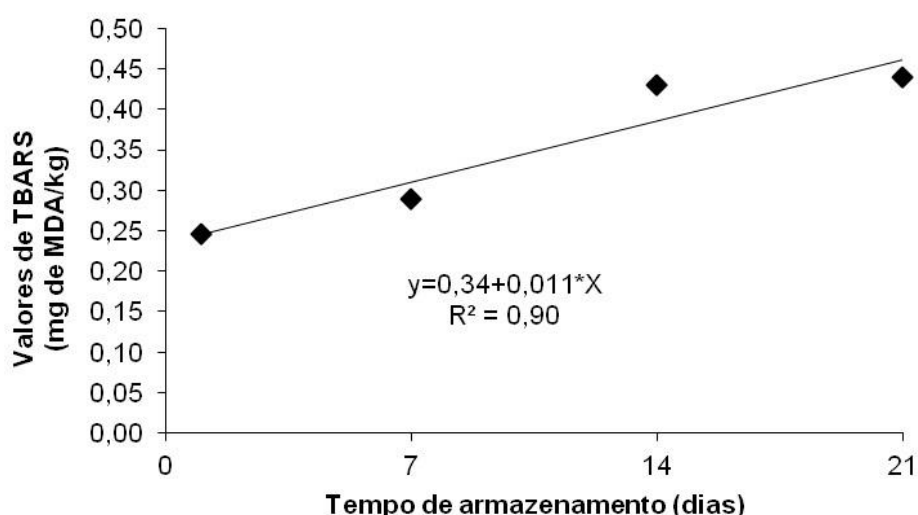


FIGURA 1. TBARS (mg de MDA/ kg) de filés de frangos marinados com diferentes antioxidantes mantidos sob refrigeração a 5°C durante 21 dias.

Trabalhos têm demonstrado ação antioxidante de extratos naturais em produtos cárneos e o aumento do valor de TBARS durante o tempo de armazenamento, o que vem de encontro aos resultados obtidos neste experimento. Borba et al. (2012), avaliando a adição de 0,15% de alecrim ou orégano em embutidos frescos formulados com carne de frango, observaram para ambos os tratamentos aumento nos valores de TBARS durante 9 dias de armazenamento sob refrigeração a 4°C. Da mesma forma, Racanicci et al. (2004), avaliando a ação antioxidante de folhas secas do alecrim ou orégano com a inclusão de 0,10% sobre a extensão da vida de prateleira de almôndegas de carne de frango, verificaram aumento da oxidação durante 8 dias de estocagem a 5°C independente do tratamento.

Para o pH verificou-se diminuição quadrática ($P < 0,05$) após a estocagem dos filés marinados com aumento no valor do pH a partir do 11º dia de armazenamento (Figura 2).

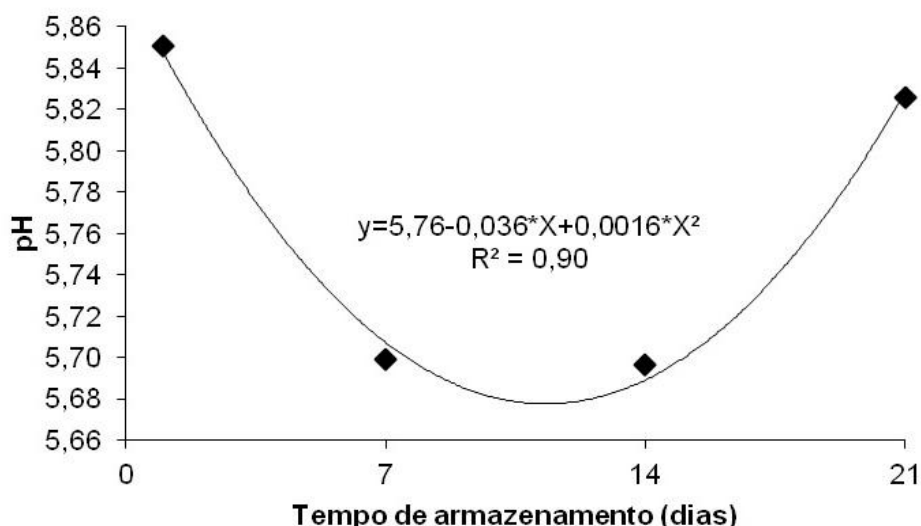


FIGURA 2. pH de filés de frangos marinados com diferentes antioxidantes mantidos sob refrigeração a 5°C durante 21 dias.

A redução inicial do pH, provavelmente, está relacionado com a ação do ácido orgânico empregado na marinação (ácido acético) conforme observado por Ergezer e Gokce (2011). O emprego do tripolifosfato de sódio na concentração usada neste trabalho não elevou o pH pelo aumento da força iônica e da interação com a actina e miosina como verificado por Wynveen et. al. (2001) e Sheard e Tali (2004), possivelmente devido a interferência do ácido orgânico sobre o pH do sistema.

Por outro lado, o aumento no valor do pH observado a partir do 11º dia de armazenamento pode estar associado ao aumento exponencial de bactérias, notadamente as gram-negativas que causam degradação de proteínas e aminoácidos, resultando na formação de amônia que eleva o pH (VERMA & SAHOO, 2000). Aos 21 dias de estocagem as amostras apresentaram elevação do pH, refletindo o estado de deterioração que o produto apresentou nos últimos dias de vida de prateleira.

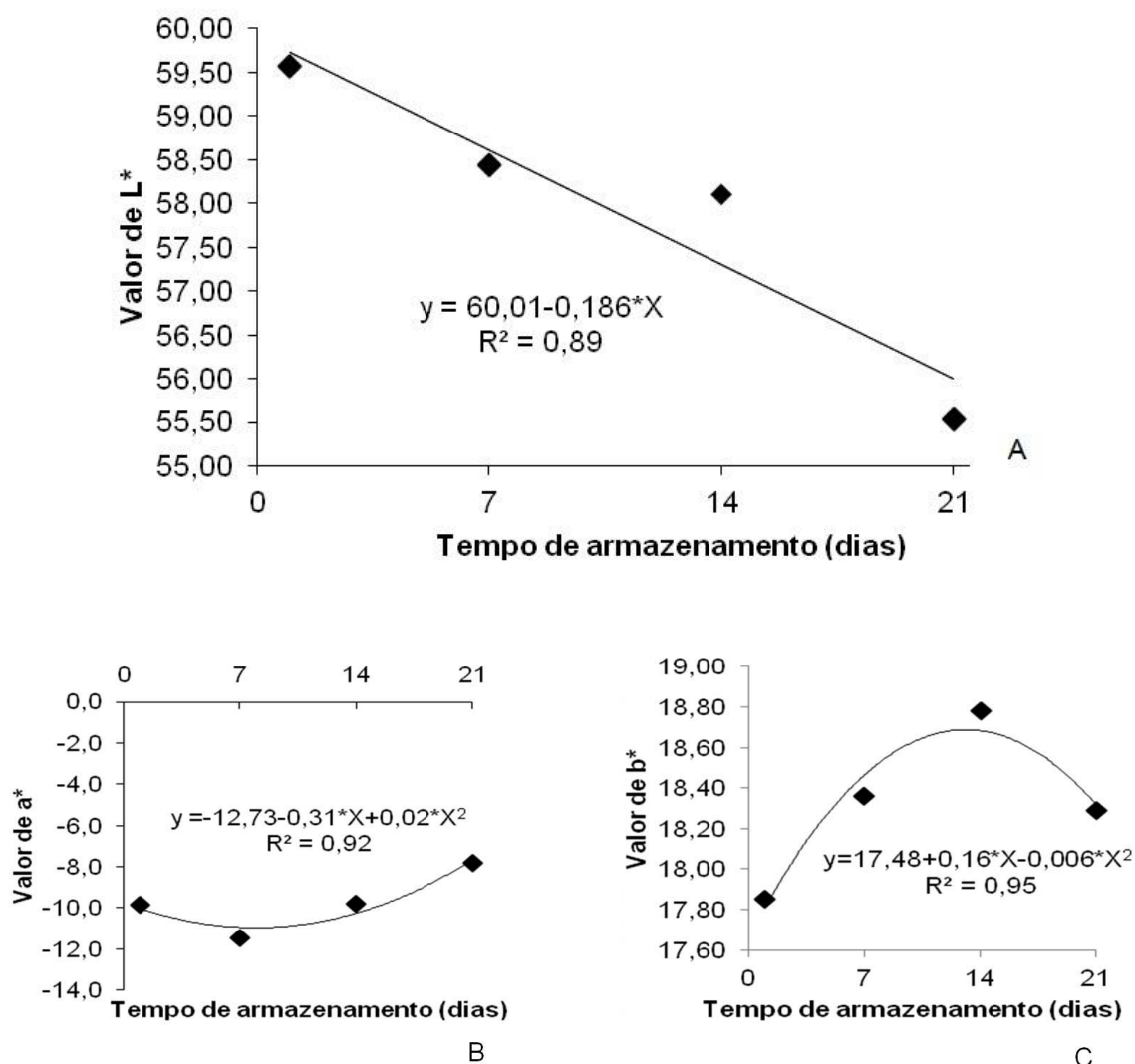


FIGURA 3. Cor L* (A), a* (B) e b* (C) de filés de frangos marinados com diferentes antioxidantes mantidos sob refrigeração a 5°C durante 21 dias.

Durante o período de estocagem foi possível observar queda linear no valor L* (Figura 3A). Essa redução pode estar relacionada com a adição do ácido orgânico na marinação, que favorece o processo de oxidação da mioglobina para metamioglobina com consequente perda de luminosidade (AKTA & KAYA, 2001).

A diminuição do pH, como verificado neste estudo nos primeiros dias de estocagem, também pode causar essa variação no valor L* (WHITING & STRANGE, 1990). Entretanto, os resultados mostram que a queda de pH apresentada não foi suficiente para mudar a propriedade de reflectância das fibras musculares a ponto de elevar o valor L*, prevalecendo desta forma o efeito da oxidação da mioglobina. A adição de tripolifosfato de sódio, que sabidamente aumenta a capacidade de retenção de água do sistema pode ter influenciado no resultado.

Para o valor de b^* (intensidade de amarelo) verificou-se efeito quadrático em função do tempo de armazenamento, com redução dessa intensidade até 21 dias de armazenamento (Figura 3 C).

Comportamento semelhante foi encontrado por Milani et al. (2010) que, avaliando adição de dois extratos naturais, extrato hidroetanólico de caqui cv. quito e extrato hidroetanólico de erva-mate em carne de frango moída e tratada termicamente, observaram redução do valor de L^* e b^* durante 14 dias de armazenamento.

Em relação ao valor de a^* (intensidade de vermelho) observou-se efeito quadrático em função do tempo de armazenamento (Figura 1 B), com aumento da intensidade a partir dos 7 dias de armazenamento.

A mudança de cor no alimento ocorre devido à susceptibilidade da molécula de mioglobina, especialmente do ferro, em mudar de estado com as alterações químicas, portanto a geração de pigmentos vermelhos observado ao longo do tempo de estocagem pode ser explicado com o aumento da oxidação formando ferrimioglobina (BREWER, 2004).

Comportamento diferente foi encontrado por Milani et al. (2010) que observaram redução do valor de a^* em carne moída de frango durante 14 dias de armazenamento.

Os resultados da composição centesimal e cloretos de filés de peito de frango marinados estão apresentados na Tabela 3. Foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$) para os teores de umidade e cinzas.

Tabela 2 - Umidade, lipídeos, cinzas e cloretos em filés de frangos marinados com diferentes extratos naturais após cinco dias de armazenamento sob refrigeração a 5°C

Parâmetros	Umidade	Lipídios	Cinzas	Cloretos
		%		
Antioxidantes				
BHT	67,09±1,77 a	1,81±0,18	4,84±0,39a	0,08±0,005
Orégano	66,51±1,53 ab	1,87±0,18	4,64±0,31a	0,08±0,007
Alecrim	65,55±1,59 b	1,75±0,28	4,35±0,23b	0,07±0,002
Manjeriço	67,43±1,46 a	1,19±0,18	4,74±0,25a	0,07±0,002
Valor de P	0,0367	0,0840	0,0042	0,1289

Na coluna, médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$)

Os valores referentes aos teores de umidade variaram de 65,55% a 67,43% e o menor valor foi encontrado para o tratamento utilizando alecrim a ($P < 0,05$). O baixo teor de umidade do presente estudo pode estar relacionado com a adição de tripolifosfatos em todos os tratamentos, pois de acordo com Silva et al. (2008), o fosfato aumenta a capacidade de retenção de água, fazendo com que a técnica da umidade em estufa a 105°C não extraia totalmente a umidade do produto analisado. O tripolifosfato, provavelmente diminuiu a água livre disponível, dificultando a perda de umidade.

A determinação de umidade é uma medida importante utilizada na análise de alimentos e seu conhecimento está relacionado com a sua estabilidade química, bioquímica e microbiológica, podendo predizer a vida de prateleira de um determinado produto (BOBBIO & BOBBIO, 1992).

Valores diferentes foram encontrados por Assis et al. (2010), que obtiveram porcentagem de 77,15 e 76,18% de umidade em filés de frango marinados com solução de 5,0% de tripolifosfato e sal e 10% de tripolifosfato e sal, respectivamente. Carvalho (2013) relatou valor de 72% de umidade em marinados com adição de especiarias em filés de peito de frango.

Os valores médios de lipídeos variaram de 1,19 a 1,87% e não foram influenciados ($P < 0,05$) pelos tratamentos estudados. Médias semelhantes foram encontradas por Nunes (2003); Vieira et al. (2007); e Galarz et al. (2010) que determinaram teores de lipídeos de 0,9 a 1,3% em peito de frango *in natura*. Para os resultados referentes aos teores de cinzas observou-se que os filés marinados com extrato de alecrim apresentaram menores valores ($P < 0,05$). As médias encontradas no presente estudo encontram-se acima dos encontrados por Nunes (2003); Vieira et al. (2007); e Galarz et al. (2010) que determinaram teores de cinzas de 0,9 a 2,3% em peito de frango *in natura*.

Carvalho (2013), ao estudar o efeito da marinação com adição de especiarias em filés de peito de frango encontrou valores de 3,0% de teor de lipídeos e 2,6% de cinzas.

A composição química dos músculos das aves é bastante oscilante, sendo diretamente afetada pela genética, nutrição, idade da ave e pelo ambiente, no entanto, pode sofrer influência de aditivos adicionados às salmouras, fato este que pode justificar os resultados encontrados neste trabalho (ASSIS et al., 2010).

Em relação aos teores de cloretos não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os valores determinados para os teores de cloretos variaram entre 0,07% a 0,08. Valores superiores foram relatados por Ferreira et al. (2012) que encontraram teores de cloretos entre 0,1 a 0,5% em filés de frango marinados com adição de 6% de NaCl na salmoura sendo este o dobro da porcentagem de sal utilizado no presente estudo.

O cloreto de sódio presente nas soluções exerce importante participação na maciez da carne, por atuar na extração e solubilização das proteínas musculares e emulsificação das gorduras, contribuindo com o aumento da capacidade de retenção de água, melhorando a maciez e a textura da carne (BAUBLITS et al., 2006).

Os resultados relacionados às análises microbiológicas dos filés de frango marinados apresentam-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Contagem microbiológica* (*Staphylococcus aureus*) em filés de peito de frango marinados armazenados durante 21 dias sob refrigeração a 5°C

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)			
	0	7	14	21
BHT	$3,4 \times 10^1$	$1,8 \times 10^1$	$2,4 \times 10^1$	$>10^7$
Orégano	$4,1 \times 10^1$	$1,3 \times 10^1$	$2,4 \times 10^1$	$>10^7$
Alecrim	2×10^1	$1,3 \times 10^1$	$5,4 \times 10^1$	$>10^7$
Manjerição	$3,7 \times 10^1$	$3,1 \times 10^1$	$>10^7$	$>10^7$

*UFC- Unidades formadoras de colônias (n=8)

Para todos os tratamentos observou-se ausência de *E. Coli* (UFC/g) durante todo o tempo de armazenamento, indicando que não houve contaminação excessiva durante a manipulação e estocagem dos filés de frango.

Os resultados obtidos para *Staphylococcus aureus* foram $<10^2$ UFC/g para todos os tratamentos até sete dias de armazenamento. Aos 14 dias foi observado aumento de *S. aureus* apenas para amostras de filés tratadas com manjerição, que excedeu o limite estabelecido como acima do tolerável (5×10^3) pelos parâmetros adotados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001), demonstrando pouca eficiência deste extrato na inibição bacteriana nas condições deste experimento.

A utilização de 0,42% de essencial óleo de manjerição sobre a inibição de bactérias de origem alimentar foi testada por Di Pasqua et al. (2005), os autores constataram pouca eficiência do óleo de manjerição contra bactérias como a *Salmonella* e *E. coli* O157:H7. Barbosa (2010) também não encontrou resultados satisfatórios ao utilizar óleo essencial de manjerição em carne e hambúrguer bovinos contaminados artificialmente com *Listeria monocytogenes* e *Salmonella Enteritidis*.

Em relação ao alecrim e orégano, a literatura tem reportado eficiência na sua utilização como antimicrobiano o que vem de encontro com resultados obtidos neste estudo. Porto et al. (2000) obtiveram resultados de *Staphylococcus aureus* de $< 10^2$ em peito de frango marinado com adição de alecrim em até 11 dias de armazenamento a 5°C.

Sahin et al. (2004), utilizando óleo essencial de orégano sobre uma série de bactérias de interesse em alimentos, observaram que dentre os 24 tipos de bactérias utilizadas o óleo essencial foi efetivo na inibição em 10 bactérias ensaiadas, em destaque as bactérias patogênicas *E. coli* O157: H7, *Salmonella spp.* e *S. aureus*.

Aos 21 dias de armazenamento os filés de frango encontravam-se visivelmente deteriorados com a contagem de *S. aureus* excedendo o limite tolerável adotado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001).

CONCLUSÕES

A estabilidade oxidativa de filés de frango marinados foi positivamente influenciada pela utilização de alecrim, orégano e manjerição podendo ser alternativas para substituição de antioxidantes sintéticos. No que se refere a inibição microbiológica apenas o manjerição foi o menos efetivo dentre os antioxidantes estudados. A vida de prateleira de filés de frango marinados com adição de BHT a 0,02%, alecrim e orégano a 0,2% na salmoura foram superiores a 14, porém inferior a 21 dias de armazenamento. Já o produto marinado com manjerição a vida de prateleira manteve-se entre 7 e 14 dias.

ABSTRACT

NATURAL EXTRACTS IN THE MARINATION CHICKEN BREAST FILLETS

It was aimed to evaluate the effects of natural extracts in the marinated chicken breast fillets about the physico-chemical properties, oxidative stability, microbial inhibition and shelf life. In marination procedure four brine formulations were used: 0.02% of butylated hydroxy toluene (BHT), 0.2% of oregano, 0.2%, rosemary, 0.2%, basil. To evaluate the shelf life (1, 7, 14 and 21 days) the samples were stored at 5°C. There were evaluated: color (L^* , a^* and b^*) pH (TBARS), *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* counting. The proximate analysis and chloride content were conducted five days after marination. TBARS and pH values were not affected by treatments. For color results, there was verified the smallest value of L^* and b^* in the treatment and BHT basil, respectively. The value of a^* was not influenced by treatments. Assessing the effect of storage time was observed increased oxidation up to 21 storage days. For the pH was verified quadratic decrease ($P < 0.05$) after storage. In color results, there was a linear decrease in L^* value during the storage period. However, the b^* value had a quadratic effect according the storage time, with a reduction over 21 days. Concerning the a^* value there was a quadratic effect, with an increase from the 7 storage days. For proximate composition, rosemary treatment showed a value of moisture and ash lower than those obtained by the other treatments. The Lipid and chlorides contents were not affected by the treatments. Whereas the microbiological contamination, no contamination was found by *E. Coli* (UFC / g). To Count of *S. aureus*, the treatments had $<10^2$ UFC / g up to 14 days, except the basil at 14 days exceeded the limit set by law.

Keywords: chicken, lipid oxidation, marinated, natural antioxidants, shelf life

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKTA, N.; KAYA, M. The influence of marinating with weak organic acids and salts on the intramuscular connective tissue and sensory properties of beef. **European Food Research and Technology**, v. 213, n.2, p. 88-94, ago. 2001.
- ALMEIDA PAZ, I. C. L.; MENDES, A. A.; OLIVEIRA, E. G.; GARCIA, R. G.; GARCIA, E. A. Efeito de dois níveis de lisina e do sexo sobre o rendimento e qualidade da carne de peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1744-1752, jul/ago. 2002.
- ALVARADO C. Z.; Y SAMS A. R. Injection marination strategies for remediation of pale, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, v. 82, n.8, p. 1332-1336, ago. 2003.
- ASSIS, M. T. Q. M.; DAMIAN, C.; OLIVO, G.; MAGENIS, R. B.; TAHA, P.; ROTTA, J.; GAUCHE, C. Avaliação físico-química de filés de peito de frango adicionados de sal, tripolifosfato de sódio e proteína isolada de soja. **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.1, p. 129-139, jan./mar. 2010.
- BARBOSA, L. N. **Propriedade antimicrobiana de óleos essenciais de plantas condimentares com potencial de uso como conservante em carne e hambúrguer bovino e testes de aceitação**. 2010. 121 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral e Aplicada) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.
- BAUBLITS, R.T.; MEULLENET, J.F.; SAWYER, J.T.; MEHAFFEY, J.M.; SAHA, A. Pump rate and cooked temperature effects on pork loin instrumental, sensory descriptive and consumer-rated characteristics. **Meat Science**, v.72, n.4, p. 741-750, abr. 2006.
- BERTOLIN, T. E.; CENTENARO A.; GIACOMELLI B.; GIACOMELLI, F.; COLLA, L. M.; RODRIGUES, V. M. Antioxidantes naturais na prevenção da oxidação lipídica em charque de carne ovina. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 13, n. 2, p. 83-90, abr./jun. 2010.
- BOBBIO, P.A; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. São Paulo: Varela, p.11-24, 1992.
- BORBA, H.; SCATOLINI-SILVA, A. M.; GIAMPIETRO-GANECO, A.; BOIAGO, M. M.; SOUZA, P. A. Características físico-químicas e sensoriais de embutido fresco de aves de descarte preparado com diferentes antioxidantes naturais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.2, p.360-370, abr./jun.2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Laboratório Nacional de Referência Animal – LANARA. Portaria n. 001/81, de 07 de outubro de 1981. Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 outubro de 1981. Seção 1, p. 1981.
- BRASIL. MINISTÉRIO da AGRICULTURA, PECUÁRIA e ABASTECIMENTO. Portaria n.001/81, de 07 de outubro de 1981. Laboratório Nacional de Referência Animal. Métodos Analíticos Oficiais para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes, Brasília, DF, 1981. BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**. Resolução RDC nº. 12 de 2 de janeiro de 2001.
- BREWER, M.S. Irradiation effects on meat color – a review. **Meat Science**, v. 68, n.1, p. 1-17, set. 2004.

- CARVALHO, C. B. **Redução de cloreto de sódio em carnes marinadas bovina e de frango: qualidade da carne, composição química e aspectos microbiológicos**. 2013. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.
- DI PASQUA, R.; DE FEO, V.; VILLANI, F.; MAURIELLO, G. In vitro antimicrobial activity of essential oils from Mediterranean Apiaceae, Verbanaceae and Lamiaceae against foodborne pathogens and spoilage bacteria. **Annals of Microbiology**, v.55, n.2, p.139-143, 2005.
- ERGEZER, H.; GOKCE R. Comparison of Marinating with Two Different Types of Marinade on Some Quality and Sensory Characteristics of Turkey Breast Meat. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 10, n.1, p. 60-67, 2011.
- FERREIRA, S. H.; POLLONIO, M. A. R. **Propriedades físico-químicas de peito de frango desossado resfriado após imersão em soluções salinas de diferentes concentrações**. [Laboratório de carnes e derivados – FEA/UNICAMP](#). 2012.
- FISCHER, G.; BERMUDEZ, V. L.; SIQUEIRA, E. B.; DEL PINO, F. A. B.; ANCIUTI, M. A.; MAIER, J.C.; RUTZ, F. Peroxidação em amostras de milho, protegidas ou não por etoxiquim. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 4, p. 227-232, 2005.
- GALARZ, L. A.; FONSECA G. G.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Crescimento microbiano em produtos à base de peito de frango durante simulação da cadeia de abastecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 30, n. 4, p. 870-877, out./dez. 2010.
- GALOBART J.; BARROETA A. C.; BAUCCELLS, M. D.; CODONY, R.; TERNES, W. Effect of dietary supplementation with rosemary extract and alpha-tocopheryl acetate on lipid oxidation in eggs enriched with omega3-fatty acids. **Poultry Science**, v. 80, p. 460-467, 2001.
- GARCIA, R. G.; SANTOS, V. M. O.; CALDARA, F. R.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; NÄÄS, I. A.; SIMM, S.; BORILLE, R.; ROYER, ANA F. B. Qualidade de filés de peito de frango de corte marinados e maturados. **Revista Agrarian**, v. 5, n.16, p. 166-173, 2012.
- LARA, M.S.; GUTIERREZ, J.I.; TIMÓN, M.; ANDRÉS, A.I. Evaluation of two natural extracts (*Rosmarinus officinalis* L. and *Melissa officinalis* L.) as antioxidants in cooked pork patties packed in MAP. **Meat Science**, v. 88, n.3, p. 481–488, jul. 2011.
- LEE, J. W.; PARK, K. S.; KIM, J. G. OH, S. H.; LEE, Y. S.; KIM, J. H.; BYUN, M. W. Combined effect of gamma irradiation and rosemary extract on the shelf life of a ready-to-eat hamburger steak. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 72, n.1, p. 49–56, jan. 2005.
- LEMOES, A.L.S.C.; NUNES, D.R.M.; VIANA, A.G. Optimization of the still-marinating process of chicken parts. **Meat Science**, v. 52, n.2, p. 227–234, jun.1999.
- MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 1, p.1-11, 2009.
- MILANI, L. I. G.; TERRA, N. N.; FRIES, L. L. M.; REZER, A. P. S.; FERREIRA, S. F.; CICHOSKI, A. J.; VALENTE, C. R. F. Oxidação lipídica, características

sensoriais e cor da carne de frango adicionada de extratos de caqui (*Diospyros kaki*, L.) e submetida a tratamento térmico. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 13, n. 4, p. 242-250, out./dez. 2010.

NUNES, T. P. **Efeito da pré-cura na estabilidade microbiológica da carne mecanicamente separada e elaboração de um produto reestruturado com filés de peito de galinhas de descarte**. 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia) – Faculdade de Ciências dos Alimentos, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes: No Caminho da Pesquisa**. Cocal do Sul:Imprint, 2001. 155p.

PEREIRA, A. V.; ROMANELLI, P. F.; SCRIBONI, A. B.; BARBOZA, S. R. Estudo de estabilidade sob armazenamento da carne de ema (*Rhea americana*). **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v.26, n.2, p. 283-289, abr./jun. 2006.

PIEIDADE, K. R. **Uso de ervas aromáticas na estabilidade oxidativa de filés de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) processados**. 2007. 161f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia) - Faculdade de Ciências dos Alimentos, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

PORTO A. C. S.; TÔRRES, R. C. O.; ILHA, E. C.; LUIZ, M. T. B.; SANT'ANNA, E. S. Influência da composição da salmoura sobre os parâmetros físico-sensoriais e microbiológicos de filés de peito de frango marinados por imersão. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 141-150, jun./dez. 2000.

RACANICCI, A. M. C.; DANIELSEN, B.; MENTEN, J. F. M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SKIBSTED, L. H. Antioxidant effect of dittany (*Origanum dictamnus*) in pre-cooked chicken meat balls during chill-storage em comparison to rosemary (*Rosmarinus officinalis*). **European Food Research and Tecnology**, v. 218, p. 521-524, mar. 2004.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, jul./ago. 2006.

RICHHEIMER, S. L.; BERNART, M. W.; KING, G. A.; KENT, M.C.; BEILEY, D. T. Antioxidant activity of lipid-soluble phenolic diterpenes from rosemary. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 73, n.4, p. 507-514, abr. 1996.

ROMERO, A. L.; ROMERO, R. F.; SILVA, E. L.; DINIZ, S. P. S. S.; OLIVEIRA, R.R.; VIDA. J. B. Composição Química e Atividade do Óleo Essencial de *Origanum vulgare* Sobre Fungos Fitopatogênicos, **UNOPAR Científica Ciência Biologia e Saúde**, v. 14, n. 4, p. 231-235, 2012.

SAHIN, F.; GULLUCE, M.; DAFERA, D.; SOKMEN, A.; SOKMEN, M.; POLISSIOU, M.; AGAR, G.; OZER, H. Biological activities of the essential oils and methanol extract of *Origanum vulgare ssp.* in the Eastern Anatolia region of Turkey. **Food Control**, v. 15, n.7, p. 549-557, out. 2004.

SÁNCHEZ-ESCALANTE, A.; TORRESCANO, G.; DJENANE, D.; BELTRÁN, J.A.; RONCALÉS, P. Combined Effect of Modified Atmosphere Packaging and Addition of Lycopene Rich Tomato Pulp, Oregano and Ascorbic Acid and their Mixtures on the Stability of Beef Patties. **Food Science and Technology International**; v. 9, n. 2, abr. 2003.

SHEARD, P. R., TALH, A. Injection of salt, tripolyphosphate and bicarbonate marinade solutions to improve the yield and tenderness of cooked pork loin. **Meat Science**, v. 68, n. 2, p.305-311, out. 2004.

- SILVA, L. P.; LOPES, M. M.; MANO, S.; MÁRSICO, E. T.; CONTE-JÚNIOR, C.A.; TEODORO, A. J.; GUEDES, W. S. Influência da adição de polifosfato em linguiça de frango. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v. 15, n. 1, p. 50-55, jan./abr. 2008.
- VERMA, S.P.; SAHOO, J. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. **Meat Science**, v. 56, n.4, p. 403-413, dez. 2000.
- VIEIRA, J. O.; BRESSAN, M. C.; FARIA, P. B.; FERREIRA, M. W.; FERRÃO, S. P. B.; SOUZA, X. R. Efeito dos métodos de cocção na composição centesimal e colesterol do peito de frangos de diferentes linhagens. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 164-170, jan./fev. 2007.
- VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in thichloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Feete Scifen Anstrichmittel**, v. 72, n. 12, p. 1084-1087, 1970.
- WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, n. 5, p.1801-1812, abr. 1999.
- WHITING, R.C; STRANGE, E.D . Effect of Lactic Acid on Epimysial Connective Tissues of Muscles Used for Restruc- tured Beef Steaks. **Journal of Food Science** v.55, n.3 p. 859–860, mai.1990.
- WOELFEL, R. L.; SAMS, A. R. Marination performance of pale broiler breast meat. **Poultry Science**, v. 80, n.10, p. 1519-1522, out. 2001.
- WYNVEEN E.J.; BOWKER, B.C.; GRANT, A.L.; LAMKEY, J.W.; FENNEWALD, K.J.; HENSON, L.; GERRARD, D.E. Pork Quality is Affected by Early Postmortem Phosphate and Bicarbonate Injection. **Journal of Food Science**, v. 66, n. 6, p. 886-891, ago. 2001.

CAPÍTULO III - CONSIDERAÇÕES FINAIS

No intuito de atender as novas tendências e necessidades dos consumidores de carne de frango, as empresas processadoras passaram a investir em produtos com maior praticidade, diversificação e, principalmente qualidade nutritiva e segurança alimentar. Aliando a isso, os consumidores cada vez mais exigentes e preocupados com a saúde passaram a ter preferências em consumir produtos com aditivos naturais ao invés de sintéticos pelo suposto efeito tóxico que estes possuem.

Os resultados obtidos comprovam que a atividade antioxidante de extratos naturais como orégano, alecrim e manjerição foi efetiva na estabilidade oxidativa em marinados de peito de frango, podendo ser consideradas alternativas na substituição de antioxidantes sintéticos como o BHT.

Além disso, os resultados mostraram eficiência dos extratos de alecrim e orégano no controle de bactérias da espécie *S. Aureus*, uma vez que, a contaminação por esses microrganismos em alimentos tem sido objeto de preocupação para indústrias processadoras de carne, por ser um importante patógeno, devido a sua resistência aos antimicrobianos e estar associado a enfermidades sistêmicas potencialmente fatais, infecções cutâneas oportunistas e intoxicação alimentar. No entanto, dentre os extratos naturais estudados, resultado insatisfatório foi encontrado na utilização do manjerição no controle desta bactéria.

Estudos são necessários para avaliar outros atributos de qualidade, como a maciez, capacidade de retenção de água, assim como a aceitação do consumidor por meio da análise sensorial, uma vez que, os extratos podem alterar as propriedades organolépticas da carne.

Vale ressaltar que com aumento da competitividade por mercado, os processadores de carne buscam alternativas para a produção de produtos cárneos com maior praticidade e mais saudáveis. Portanto, a substituição de antioxidantes sintéticos por naturais pode ser uma alternativa viável, atendendo a preferência do consumidor, assim como as necessidades da indústria da carne de frango.