

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE EXTRATO AQUOSO DE AROEIRA
(*SCHINUS terebinthifolius*, RADDI) ADICIONADO A PRODUTOS
CÁRNEOS**

FELIPE ROBERTO AMARAL FERREIRA DO VALLE

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO**

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

ABRIL - 2015

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE EXTRATO AQUOSO DE AROEIRA
(*SCHINUS terebinthifolius*, RADDI) ADICIONADO A PRODUTOS
CÁRNEOS**

FELIPE ROBERTO AMARAL FERREIRA DO VALLE

**Tese apresentada ao Centro de
Ciências e Tecnologias
Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense
Darcy Ribeiro, como parte das
exigências para obtenção do título
de Doutor em Produção Vegetal.**

Orientador: Fábio da Costa Henry

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

ABRIL - 2015

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE EXTRATO AQUOSO DE AROEIRA
(*SCHINUS terebinthifolius*, RADDI) ADICIONADO A PRODUTOS
CÁRNEOS**

FELIPE ROBERTO AMARAL FERREIRA DO VALLE

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

Aprovada em 06 de abril de 2015.

Comissão Examinadora:

Prof^a. Daniela Barros de Oliveira (D.Sc., Química) - UENF

Prof^a. Célia Raquel Quirino (D.Sc., Ciência Animal) – UENF

Dr. Carlos Humberto Sanson Moulin (D.Sc., Produção Vegetal) – Ifes/Alegre

**Prof. Fábio da Costa Henry (D.Sc., Medicina Veterinária) - UENF
(Orientador)**

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 144/2015

Valle, Felipe Roberto Amaral Ferreira do

Avaliação do efeito de extrato aquoso de aroeira (*Schinus terebinthifolius*, Raddi) adicionado a produtos cárneos / Felipe Roberto Amaral Ferreira do Valle. – 2015.
85 f.

Orientador: Fábio da Costa Henry.
Tese (Doutorado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2015.
Inclui bibliografia.

1. Antioxidante 2. Aroeira 3. Produto cárneo 4.TBARS 5. Vida de prateleira I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD– 664.9

A Deus, meu alicerce todo poderoso;
Aos meus pais, Lia Márcia e José Roberto, os grandes culpados por tudo isso;
Aos meus irmãos, Daniel, Pedro e Carol, pela paciência;
Aos meus tios Lauro, Mara, Lielma (Mema), Delauro e Ana, por toda força;
À minha avó materna Maria de Lourdes e à minha avó paterna Maria
de Lourdes, que muito amo;
E a todos os meus familiares, sem exceção, que sempre estiveram ao meu lado;
In memoriam aos meus queridos avôs, Geraldo Teodoro e Delauro do Valle, que
me fizeram felizes em todos os nossos momentos;
À minha Rose, que é parte indispensável da minha vida, meu amor.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, pelos 11 anos de ensino de qualidade e oportunidade concedidos;

A FAPERJ, pelo financiamento do projeto de Tese e a CAPES pela bolsa de Doutorado Sanduíche nos Estados Unidos;

Ao Prof. Fábio da Costa Henry, pelas horas de dedicação, pelo empenho, pelo apoio, pela amizade, pela oportunidade e pelos ensinamentos a mim oferecidos;

Aos professores da Pós-Graduação, em especial às professoras Daniela Barros de Oliveira, Célia Raquel Quirino, Karla Silva Ferreira, Meire Lelis Leal Martins, pelos ensinamentos, pela amizade, pela atenção e pelos conselhos;

Ao Dr. Woerner e Dr. Belk, que me acolheram com todo carinho e dedicação no programa Meat Science e prestaram-me todo o apoio necessário em minha pesquisa na Colorado State University;

Aos amigos e técnicos do Laboratório de Tecnologia de Alimentos - LTA, especialmente a Natália Bernardes, Clara e Valdinéia;

Ao D.Sc. Carlos Humberto Sanson Moulin, pela amizade, por ceder as dependências do IFES/Alegre e por participar da banca examinadora;

Ao Prof. Alexandre Santos Júnior e a todo o contingente da Agroindústria do IFES/Alegre, pelo apoio na fabricação das amostras;

Ao meu amigo Johnny, grande companheiro, que sempre caminhou ao meu lado durante esta jornada;

A meus amigos e amigas: Elizabeth, Matheus, Wagner, Natália, Jeferson Santos, Simone Talma, Suelem Alvarenga, Francemir Lopes, João Batista...

Aos amigos que deixei na Colorado State University: Santiago, John, Scott, Travis, Cobbie, Carlie, Brittney, Crystal, Dani, Megan Webb, Megan;

Aos meus irmãos de coração Daniel Rates, Gustavo Zanotto e Rafael Neves, com quem pude compartilhar uma vivência de irmandade nos EUA, nos momentos mais difíceis, longe da minha família e da minha esposa;

In memoriam ao professor Carlos José Coelho dos Santos (Casé), que não tive a oportunidade de conhecer, mas que só ouvi coisas boas em seu nome, e no qual adotei este projeto;

E a todos aqueles que não citei, mas sempre estiveram presentes, no tempo ao qual aprendi a ser forte, meu muito obrigado.

BIOGRAFIA

Felipe Roberto Amaral Ferreira do Valle, filho de Lia Márcia Amaral de Oliveira do Valle e José Roberto Ferreira do Valle, nasceu em 14 de junho de 1986, na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais.

Descendente de avô criador de gado para corte, sempre teve influência do campo, passando a admirar e se adequar à vida rural.

Em julho de 2003 formou-se como Técnico em Contabilidade.

Em março de 2004 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, na Cidade de Campos dos Goytacazes – RJ, e em dezembro de 2008 submeteu-se à defesa de monografia e conclusão do curso.

Em fevereiro de 2009 ingressou no curso de Pós-Graduação em Ciência Animal pela UENF, como bolsista do CNPq, e submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção do título de *Magister Scientiae* em fevereiro de 2011.

Em abril de 2011 ingressou no curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal pela UENF, e submeteu-se à defesa de Tese para obtenção do título de *Doctor Scientiae* em abril de 2015.

Nenhum sucesso profissional supre um fracasso familiar.

(Pe. Fábio de Mello)

Plante uma semente de amor no mundo,
e colherás um universo de felicidade na vida.

(Felipe do Valle)

A mente que se abre a uma ideia jamais
voltará ao seu tamanho original.

(Albert Einstein)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 SCHINUS terebinthifolius, RADDI	9
2.2 PRODUTOS CÁRNEOS.....	10
2.2.1 Linguiça frescal	11
2.2.2 Carne Bovina Reestruturada.....	11
2.3 PROCESSOS OXIDATIVOS	12
2.3.1 Fotoxidação	13
2.3.2 Oxidação por via enzimática	14
2.3.3 Autoxidação	14
2.4 MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO PELO FRIO.....	16
2.4.1 Refrigeração	16
2.4.2 Congelamento.....	16
2.5 ANTIOXIDANTES.....	17
2.5.1 Antioxidantes sintéticos.....	18
2.5.2 Antioxidantes naturais.....	18
2.6 TBARS.....	19
2.7 – COR DO PRODUTO CÁRNEO	20
3 - TRABALHOS	21
AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DE BIFES BOVINOS REESTRUTURADOS ADICIONADOS DE EXTRATO AQUOSO DE AROEIRA (SCHINUS terebinthifolius, RADDI) E MANTIDOS SOB REFRIGERAÇÃO	21
INTRODUÇÃO	23
MATERIAL E MÉTODOS	25
2.1 – Preparação do extrato e fabricação do bife reestruturado bovino.....	25
2.2 - Exibição em Display.....	26
2.3 – Determinação de pH	27
2.4 - Análise instrumental de cor.....	27
2.5 - Avaliação sensorial de cor por julgadores treinados.....	27
2.6 – TBARS	28
2.7 – Análise de micro-organismos aeróbicos mesófilos	28

2.8 - Análise sensorial descritiva.....	29
2.9 – Análise estatística	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
3.1 – Valores de pH	31
2.2 – Total de micro-organismos aeróbicos mesófilos	32
2.3 – Valores da cor instrumental	34
2.4 – Valores do painel de cor	39
2.5 – Valores do painel sensorial	43
2.6 – Valores de TBARS	45
CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
EFEITOS DA ADIÇÃO DE EXTRATO AQUOSO DE AROEIRA (<i>SCHINUS terebinthifolius</i>, RADDI) EM LINGUIÇA FRESCAL SUÍNA CONGELADA	51
INTRODUÇÃO	53
MATERIAIS E MÉTODOS.....	54
2.1 – Preparo do extrato aquoso e fabricação da Linguiça Frescal Suína	54
2.2 – Composição Centesimal	56
2.3 – pH	59
2.4 – Atividade de Água (aW)	59
2.5 - Análise instrumental de cor.....	59
2.6 – TBARS	60
2.7 – Análise estatística	61
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
3.1 – Composição Centesimal	61
3.2 – Avaliação de pH.....	62
3.3 – Avaliação da atividade de água (aW).....	64
3.4 - Instrumental de cor	65
3.5 – TBARS	71
CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
4. RESUMO E CONCLUSÕES	77
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

RESUMO

VALLE, Felipe Roberto Amaral Ferreira do, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Abril de 2015. **Avaliação do efeito de extrato aquoso de Aroeira (*Schinus terebinthifolius*, Raddi) adicionado a produtos cárneos.** Orientador: Fábio da Costa Henry.

A carne é uma importante fonte de vários nutrientes para o ser humano e uma forma de agregar valor aos cortes menos nobres é a utilização desses na fabricação de novos produtos processados. A refrigeração e o congelamento de produtos cárneos é uma forma de retardar o crescimento microbiano e as reações físico-químicas, mas como a cadeia de frios ainda não é eficaz, existe a necessidade de utilização de antioxidantes para retardar a ocorrência dessas reações. Antioxidantes sintéticos são amplamente utilizados pela indústria, mas estes, quando utilizados em doses elevadas, podem causar danos à saúde. Por isso tem-se intensificado a busca por antioxidantes de fontes naturais que a flora brasileira predispõe, na busca do aumento da vida de prateleira dos produtos cárneos. TRABALHO 1 – Objetivou-se avaliar o efeito da adição de extrato aquoso de Aroeira (EAA) em bifes bovinos reestruturados mantidos sob refrigeração, no qual o experimento foi conduzido em blocos inteiramente casualizados utilizando-se três tratamentos: T1 (controle), T2 (0,5% EAA) e T3 (1,0% EAA). Foram realizadas análise de pH, número de micro-organismos aeróbicos mesófilos, análise instrumental e painel de cor, número de TBARS e análise sensorial. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o PROC MIXED do SAS. Quanto ao pH, log UFC/g e L*, não houve diferença significativa

entre os tratamentos ($P>0,05$). Para a^* e b^* , o tratamento T3 apresentou os melhores resultados, diferindo significativamente ($P<0,05$) dos demais tratamentos. O tratamento T3 apresentou maior estabilidade e melhores médias para brilho, intensidade da cor vermelha e descoloração no intervalo entre 72 e 84 horas. Com relação à análise sensorial, apenas sabor apimentado apresentou diferença significativa ($P<0,05$) de 0 às 36 horas, no qual T3 apresentou as maiores médias. Quanto ao número de TBARS, não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos durante as 96 horas. TRABALHO 2 – Objetivou-se avaliar o efeito da adição do EAA em comparação ao efeito do antioxidante sintético, em linguiça frescal suína congelada. Foram elaborados quatro tratamentos (T1 – eritorbato de sódio; T2 – 0,25% EAA; T3 – 0,5% EAA; T4 – 1,0% EAA). Foram realizadas análises quanto a composição centesimal, pH, atividade de água (a_w), análise instrumental de cor e número de TBARS. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, utilizando-se o PROC MIXED. Os tratamentos não diferiram significativamente entre si ($P>0,05$) quanto à composição centesimal e a_w . Quanto ao pH, o T4 apresentou as menores médias, durante a maior parte do tempo, diferindo ($P<0,05$) dos demais tratamentos. Com relação aos parâmetros L^* e a^* , T1 e T2 apresentaram maiores e melhores médias para a cor vermelha diferindo ($P<0,05$) dos demais tratamentos em quase todos os tempos analisados. T4 apresentou as menores médias de b^* e maior estabilidade para todos os parâmetros. Os tratamentos T2 e T3 apresentaram efeito antioxidante similar ao adicionado de eritorbato de sódio. Já o tratamento adicionado de 1,0% de EAA, apresentou os melhores resultados quanto ao retardo da oxidação lipídica, aumentando a vida de prateleira da linguiça frescal. Em geral, o EAA aumentou satisfatoriamente a vida de prateleira dos produtos cárneos.

Palavras-chave: antioxidante, Aroeira, produto cárneo, TBARS, vida de prateleira.

ABSTRACT

VALLE, Felipe Roberto Amaral Ferreira do, D.Sc, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. April, 2015. **Evaluation of the aqueous extract effect of Brazilian Pepper (*Schinus terebinthifolius*, Raddi) added to meat products.** Advisor: Fabio Costa Henry.

Meat is an important source of various nutrients for humans and a way to add value to less noble cuts is to use these to make new processed products. The cooling and freezing of meat products is one way to retard microbial growth, and physical and chemical reactions, but as the cold chain is not effective, there is a need of use of antioxidants to slow the occurrence of these reactions. Synthetic antioxidants are widely used by the industry, but these, when used in high doses, can cause damage to health. So we have intensified the search for antioxidants from natural sources that brazilian flora predisposes, in the pursuit of increased shelf life of meat products. WORK 1 - objective was to evaluate the effect of adding aqueous extract of Brazilian Pepper (AEBP) in restructured beef steaks kept under refrigeration. The experiment was conducted in randomized blocks using three treatments: T1 (control), T2 (0.5% AEBP) and T3 (1.0% AEBP). PH analyzes were performed, the number of aerobic mesophilic microorganimos, instrumental analysis and color panel, the number of TBARS and sensory analysis. Analyses of variance were performed using the SAS MIXED procedure, at 5% probability. For pH, log CFU/g and L*, there was no significant difference

between treatments ($P>0.05$). For a^* and b^* , T3 treatment showed the best results, differing significantly ($P<0.05$) from other treatments. The T3 treatment showed greater stability and better means for brightness values, intensity of red color and discoloration in the range between 72 and 84 hours. The sensory analysis, only flavor peppery significant difference ($P<0.05$) from 0 to 36 hours, in which T3 had the highest average values. As for the amount of TBARS, there was no significant difference ($P>0.05$) between treatments during the 96 hours. WORK 2 - objective was to evaluate the effect of adding the AEBP compared the effect of synthetic antioxidant in frozen fresh pork sausage. They were drawn up four treatments (T1 - sodium erythorbate; T2 - 0.25% AEBP; T3 - 0.5% AEBP; T4 - 1.0% AEBP). Analyzes on the chemical composition were held, pH, water activity (aW), instrumental analysis of color and number of TBARS. The experimental design was completely randomized, using the MIXED procedure. The treatments did not differ ($P>0.05$) on the proximate composition and aW. For pH, T4 had the lowest values for most of the time, differing ($P<0.05$) from other treatments. With respect to L^* and a^* parameters, T1 and T2 had higher and better values for red color significantly different ($P<0.05$) from other treatments in almost all analyzed times. T4 showed the lowest b^* values and increased stability for all parameters. The T2 and T3 showed similar antioxidant effects to added sodium erythorbate. Longer treatment with 1.0% of AEBP, presented the best results regarding the delay lipid oxidation, increasing the shelf life of frescal sausage. In general, the AEBP satisfactorily increased shelf life of meat products.

Keywords: antioxidant, Brazilian Pepper, meat product, shelf life, TBARS.

1. INTRODUÇÃO

A indústria de produtos cárneos sempre está buscando inovações que façam aumentar o interesse dos consumidores por seus produtos. A origem do produto, os ingredientes e as características do processo de produção são características do produto consideradas importantes por parte dos compradores, tais como as nomenclaturas dadas, como, por exemplo, natural, autêntico, saudável e saboroso (Kuznesof et al., 1997; Chryssochoidiset al., 2007; Gilmore & Pine, 2007).

A procura por produtos cárneos processados tem aumentado devido a urbanização, a melhoria na qualidade de vida e mudanças no estilo de vida. No entanto, o setor de processamento de carne se desenvolve lentamente devido à ineficácia dos segmentos da cadeia de refrigeração para a comercialização, uma vez que produtos cárneos são perecíveis. Deste modo, existe a necessidade de se desenvolver produtos cárneos processados nutritivos e aceitáveis pelos consumidores, buscando aumentar a vida de prateleira destes.

O processamento e a industrialização de carnes consistem basicamente na modificação das propriedades originais da carne fresca, por tratamento físico, químico ou biológico, ou ainda, através da combinação destes, visando o prolongamento da vida útil do produto e buscando manter as propriedades nutritivas e sensoriais (Pardi et al., 2006). O processamento de carnes frescas visa à obtenção de novos produtos, buscando sempre manter preservada a integridade e as qualidades nutricionais e sensoriais da matéria-prima. A linguiça

frescal e o bife de carne reestruturada tornaram-se alternativas para o aproveitamento das carnes menos nobres e dos animais de descarte, o que tem contribuído para aumentar o lucro das indústrias de carnes.

Devido ao elevado teor de gordura, à diminuição das matérias-primas e à falta de processamento térmico, os produtos cárneos reestruturados frescos apresentam como o principal mecanismo de deterioração física e química a oxidação lipídica, que é uma grande preocupação na indústria de alimentos, podendo levar a uma baixa aceitação sensorial do alimento, bem como produzir substâncias potencialmente tóxicas (Tabee et al., 2008). A oxidação lipídica contribui para o desenvolvimento de características indesejáveis do produto. Portanto, retardar a oxidação lipídica é um fator que pode ter uma contribuição significativa para obter um maior tempo de conservação do produto.

Os consumidores têm avaliado a segurança alimentar e a qualidade final como as maiores preocupações no momento da compra de alimentos, e uma das grandes preocupações da indústria de alimentos é com relação à ocorrência da oxidação lipídica (Bernabéu & Tendero, 2005).

A oxidação lipídica está diretamente associada à deterioração de ácidos graxos (Gray et al., 1996). Os ácidos graxos sofrem alterações oxidativas no decurso dos processos de transformação e armazenamento, as quais resultam na formação de compostos voláteis, que têm como principal consequência a modificação do sabor original e o aparecimento de odores característicos do ranço, significando para o consumidor, ou para a indústria, uma importante causa de depreciação ou rejeição (Castera-Rossignol & Bosque, 1994).

As principais alterações indesejáveis ocasionadas pela oxidação lipídica estão relacionadas ao sabor, à cor, à textura e à formação de compostos potencialmente tóxicos, tornando o alimento inadequado para o consumo humano (Shahidi & Shong, 2010), além de afetar o valor nutricional de alimentos por decomposição das vitaminas e de ácidos graxos insaturados essenciais (Muguerza et al., 2004).

Com relação à segurança alimentar, o consumo de alimentos que contém produtos da oxidação lipídica também representa risco toxicológico crônico à saúde humana (Kubow, 1992). Vários estudos sugerem o potencial de toxicidade de aldeídos, hidroperóxidos e epóxidos, que são subprodutos de oxidação lipídica

e podem afetar a segurança alimentar (Varlet et al., 2007; Kołakowska et al., 2000).

Porém, a oxidação lipídica também tem implicações positivas quanto ao alimento, uma vez que alguns dos compostos voláteis que apresentam sabor agradável em produtos de carne seca curada surgem a partir da oxidação de ácidos graxos insaturados (Carrapiso et al., 2002).

Com relação à microbiologia de produtos processados, o risco potencial, o prazo de validade e a qualidade final dos produtos processados resfriados e embalados são determinados pelas condições de temperatura da cadeia de frios (Nychas et al., 2008). Condições desfavoráveis à sobrevivência e ao crescimento de micro-organismos devem ser criadas durante o processamento e armazenamento de produtos (Bromberg, 1998).

Segundo Varnam & Sutherland (1995), este fato deve-se a três aspectos principais: a) uso de ingredientes de qualidade inferior, que são sujeitos a altos níveis de manipulação e, possivelmente, ao abuso da temperatura; b) a mistura de vários ingredientes leva à dispersão dos contaminantes por todo o produto, e; c) os constituintes celulares são liberados durante a cominuição e operações subsequentes, fornecendo uma fonte disponível de nutrientes. Ao mesmo tempo, a maior área superficial exposta do produto favorece o crescimento microbiano e, microrganismos inicialmente presentes na superfície do produto, são distribuídos por toda a carne.

Com o aumento da expectativa de vida e as crescentes informações divulgadas sobre saúde, o consumidor procura cada vez mais uma alimentação saudável, buscando a prevenção das doenças. Paralelamente, os avanços das pesquisas permitem um melhor conhecimento sobre as propriedades dos alimentos.

Vários são os motivos que têm levado a indústria de alimentos a enfatizar o uso de produtos naturais como antioxidantes, tais como, a toxicidade dos antioxidantes sintéticos, a crescente preferência dos consumidores por aditivos alimentares naturais, dentre outros.

Os antioxidantes sintéticos foram testados quanto à sua utilização em alimentos, mas sob longo período de consumo, dados toxicológicos apresentados em diversos estudos restringem sua utilização (Pietta et al., 1998). Neste

contexto, os produtos naturais aparecem como mais saudáveis e mais seguros em comparação aos antioxidantes sintéticos (Wanasundara & Shahidi, 1998).

Além do mais, o estudo de novos antioxidantes sintéticos para uso alimentar é limitado pelo alto custo de investigação, desenvolvimento e avaliação da segurança, e o tempo necessário para obter aprovação destes como aditivos (Haumann, 1990).

A substituição de antioxidantes sintéticos por naturais pode apresentar vantagens também em nível preservacionista, na medida em que as indústrias alimentícias produzem resíduos que poderiam ter um destino muito mais benéfico, favorecendo o homem e o meio ambiente. Por exemplo, muitos frutos comestíveis são processados para fabricação de sucos naturais, sucos concentrados, doces em conserva, polpas e extratos. Esses frutos podem possuir sementes e cascas, fontes naturais de antioxidantes, que são muitas vezes descartadas ao invés de serem utilizadas, evitando o desperdício de alimentos (Oliveira et al., 2009).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SCHINUS terebinthifolius, RADDI

Schinus terebinthifolius Raddi pertence à família Anacardiaceae, e é popularmente conhecida como aroeira ou pimenta brasileira. É originária da América do Sul, principalmente de países como Brasil, Argentina e Paraguai (Jones, 1997), mas que já foram introduzidas, de forma bem-sucedida, em alguns países de outros continentes (Morton, 1978; Liogier, 1988; Williams et al., 2005), devido à sua alta tolerância à seca e ao calor, alta capacidade para competir por nutrientes e luz, alta taxa de crescimento e produção de sementes, além de suas atividades de fitotoxicidade (Iponga et al., 2008). Trata-se de uma árvore perene, na qual os frutos são do tipo drupa, e quando maduros apresentam coloração vermelha. As sementes são de coloração marrom-escuro, medindo em torno de 0,4 a 0,6 milímetros de diâmetro (Muniz, 2015).

Segundo Cruz (1982), certas pessoas podem apresentar irritações de pele, urticária, febre e transtornos visuais, quando em contato com o vegetal. A realidade é que a espécie tem sido estudada com relação à sua atividade química e biológica, devido ao seu potencial medicinal e fitoquímico (Lenzi & Orth, 2004).

Degáspari et al. (2004) destacam as propriedades medicinais da aroeira como: antidiarreica, diurética, febrífuga e anti-inflamatória. Vários outros autores destacam seus benefícios, tais como: atuando como antioxidante, na cicatrização de feridas, antitumor e por apresentar atividade antimicrobiana (Guerra, 2000; De

Melo et *al.*, 2002; Velásquez et *al.*, 2003; Amorim & Santos, 2003; Degaspari et *al.*, 2004; Ibrahim et *al.*, 2004; Schmourlo et *al.*, 2005).

O fruto da aroeira é muito utilizado como condimento em várias receitas no mundo. Por apresentar traços da substância pinenos, provável substância responsável pela propriedade picante da aroeira (Schvartsman, 1979), seu sabor permite o emprego na preparação de diversos pratos, além de apresentar boa aparência no uso decorativo, podendo ser utilizado inteiro ou moído. É mais utilizado em pratos à base de carnes brancas. Alguns xaropes, vinagre e bebidas também são produzidos utilizando-se o fruto da aroeira, tais como na fabricação de vinhos chilenos e utilização na indústria de perfumes (Khaled et *al.*, 2009).

Compostos fenólicos são encontrados no fruto da aroeira, o que tem sido explorado pelas indústrias, pois estes compostos contribuem para a estabilidade lipídica (Maestrodurán et *al.*, 1994), além de tornar as cores em vinhos mais estáveis e com sabor característico (Zamora et *al.*, 1995).

A quantidade de compostos fenólicos presentes em frutos de aroeira é maior quando comparada à sua presença em grãos (Zielinski & Kozłowska, 2000). Quando comparados aos antioxidantes sintéticos utilizados nas indústrias de alimentos, tais como BHA e BHT, o extrato aquoso de aroeira apresenta 6 vezes menos potencial antioxidante (Degáspari et *al.*, 2004), o que não minimiza a necessidade de estudos baseados em suas aplicações em produtos alimentícios, já que trata-se de um produto natural.

2.2 PRODUTOS CÁRNEOS

Com relação à produção de produtos cárneos reestruturados, a indústria tem fabricado estes com o intuito de aproveitar cortes cárneos menos nobres, ou com características não apreciáveis pelos consumidores, e transformá-los em um produto com maior valor agregado. A matéria-prima (carne moída) é misturada junto aos ingredientes e depois embutida ou moldada em equipamentos específicos para este fim (Olivo, 2006).

Por se tratar de produtos compostos por carnes parcialmente ou completamente moídas, no qual apresentam uma maior superfície de exposição a contaminantes e oxidação, o mesmo deve ser sempre mantido sob algum método

de conservação pelo frio, buscando retardar a deterioração e diminuição de sua vida de prateleira.

2.2.1 Linguiça frescal

Linguíça é definida como um produto cárneo industrializado elaborado a partir de carnes de uma ou mais espécies de animais de açougue, no qual esta carne é moída, adicionada de ingredientes e embutida em tripas naturais ou artificiais (Brasil, 2000).

Quando a linguíça não sofre nenhum tipo de tratamento térmico, sua vida útil é reduzida, pois quando a carne é moída, há um aumento de sua superfície de exposição, o que pode ocasionar em uma maior possibilidade de contaminação, tornando-se um excelente meio para a proliferação de micro-organismos. As principais fontes de contaminação da linguíça compreendem as próprias carnes utilizadas, as tripas ou envoltórios naturais ou artificiais, os temperos e/ou condimentos, tal como a água utilizada na limpeza e manutenção dos equipamentos de fabricação (Manhoso, 1996).

2.2.2 Carne Bovina Reestruturada

A carne bovina reestruturada é um produto parcialmente ou completamente cominuído (subdividido por meios mecânicos), adicionado ou não de ingredientes e novamente reconstituído por moldagem (Rocha et al., 2010).

O processo de redução da carne a fragmentos menores cria a possibilidade de elaboração de produtos chamados reestruturados. Os métodos mais utilizados para esse tipo de processamento são a moagem (fina ou grosseira) e o fatiamento, e posteriormente a moldagem dos bifés utilizando-se a compressão de uma forma (Seideman & Durland, 1983).

A tendência do mercado atual é desenvolver produtos para um consumidor que busca conveniência. A indústria tem buscado produzir carnes reestruturadas que apresentem capacidade de competir com músculos íntegros em relação às características sensoriais como aparência, odor, sabor e textura, que são características importantes diretamente relacionadas à aceitação pelo

consumidor (Cestari, 2007), além de agregar valor aos cortes cárneos que não são adequados ao preparo rápido.

Peças de músculos que apresentam menor aceitação estão sendo utilizadas para fabricação de carne reestruturada, e apresentam-se como um produto mais uniforme em relação à forma, textura e cor (Flores et al., 2007).

2.3 PROCESSOS OXIDATIVOS

Como a cadeia de frios no país ainda não atua de forma eficaz, a oxidação lipídica é um dos principais problemas com relação à carne processada e armazenada sob refrigeração ou congelamento. Produtos cárneos são fabricados à base de carne moída ou fatiada, e esta maior exposição da superfície da matéria-prima favorece a ocorrência de oxidação dos lipídios do produto.

Os lipídios (figura 1) são compostos representados por óleos e gordura, sendo os triacilgliceróis os tipos de lipídios mais comuns (90%), e podem possuir diferentes graus de insaturação. Os ácidos graxos possuem cadeia linear e números pares de carbono, com até seis duplas ligações (Araújo, 2008).

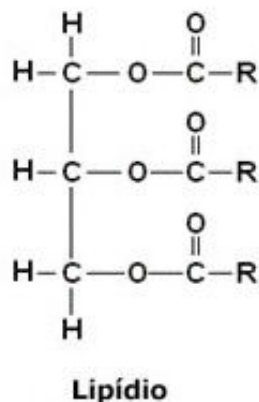


Figura 1 – Estrutura de um lipídio (Fonte: Araújo, 2008).

Os ácidos graxos podem ser saturados ou insaturados, sendo que os insaturados são mais susceptíveis ao processo oxidativo (Ramalho & Jorge, 2006) e se degradam rapidamente em comparação aos hidrogenados (Araújo, 2008). A oxidação lipídica diminui a qualidade do produto afetando características como o odor e sabor e levando a diminuição da vida de prateleira (Gray et al.,

1996). Além disso, a oxidação lipídica faz com que ocorra a degradação de vitaminas solúveis em gordura e de ácidos graxos essenciais, além de interferir na integridade e segurança dos alimentos através da formação de compostos potencialmente tóxicos, tais como malonaldeído (MDA) (Silva *et al.*, 1999).

Os lipídios dos produtos cárneos são constituídos de uma mistura de tri, di e monoacilgliceróis, ácidos graxos livres, fosfolipídios, glicolipídios, esteróis e outras substâncias lipossolúveis. Os ácidos graxos insaturados são os constituintes mais suscetíveis ao processo oxidativo. Estima-se que o ácido linoleico (18:2) seja de 10 a 40 vezes mais suscetível à oxidação do que o ácido oleico (18:1) (Damodaran *et al.*, 2010).

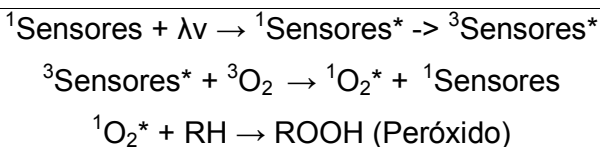
Alguns autores relataram que os produtos formados a partir da oxidação lipídica estão relacionados com a aterosclerose (Esterbauer Wag & Puhl, 1993), a doença de Alzheimer (Markesbery & Lovell, 1998), o cancro (Boyd & McGuire, 1991), e os processos de inflamação ou envelhecimento (Packer & Walton, 1977).

Outra consequência prejudicial da oxidação lipídica é o geração de compostos tóxicos a partir da oxidação do colesterol, que apresentam efeitos adversos biologicamente, especialmente com relação ao início de doenças degenerativas como a aterosclerose e o câncer (Garcia-Cruset *et al.*, 2002; Schroepfer, 2000).

Os processos oxidativos abrangem a fotoxidação, a via enzimática e a autooxidação.

2.3.1 Fotoxidação

A fotoxidação é uma via alternativa para formação de radicais livres. O mecanismo de fotoxidação de gorduras insaturadas é promovido pela radiação ultravioleta em presença de fotossensibilizadores no tecido animal e vegetal (como a clorofila, a mioglobina e riboflavina), que absorve a energia luminosa de comprimento de onda na faixa do visível e a transfere para o oxigênio tripleto ($3O_2$), gerando o estado singleto ($1O_2$). Este reage diretamente com as duplas ligações formando hidroperóxidos diferentes dos que se observam na ausência de luz, e que por degradação posterior originam aldeídos, álcoois e hidrocarbonetos (Araújo, 2008).



Esquema 1 – Formação de peróxido via fotoxidação.

2.3.2 Oxidação por via enzimática

A oxidação por via enzimática ocorre pela ação das enzimas lipoxigenases, as quais atuam sobre os ácidos graxos poli-insaturados, catalisando a adição de oxigênio à cadeia hidrocarbonada poli-insaturada (Araújo, 2008).

2.3.3 Autoxidação

Em alimentos, o principal mecanismo de oxidação é a autoxidação, que está associada à reação de oxigênio com ácidos graxos insaturados, ocorrendo em três etapas (iniciação, propagação e terminação) (Ramalho & Jorge, 2006).

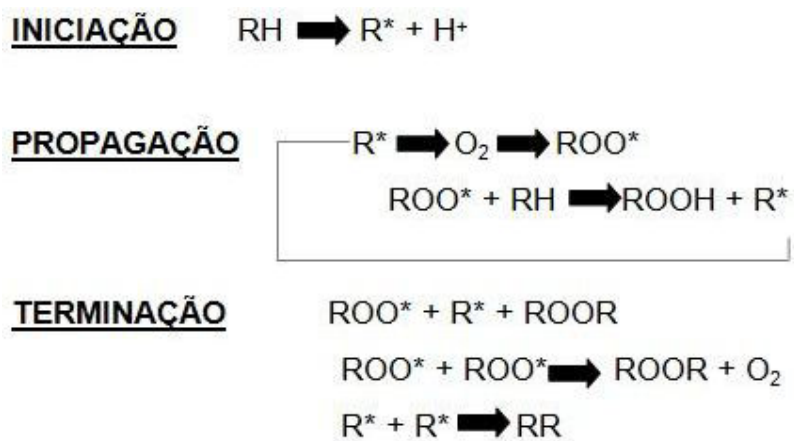
Na iniciação, um radical livre (R^*) é formado por ação dos agentes oxidantes, que promovem a abstração de um átomo de hidrogênio da molécula de um ácido graxo em condições favorecidas pela luz e pelo calor. Assim, o radical livre (R^*) reage rapidamente com o oxigênio formando um radical peróxido (St. Angelo, 1996). Nesta fase, não ocorrem alterações sensoriais e aumenta a concentração de radicais livres (Bobbio & Bobbio, 2001).

Segundo Fogaça & Sant'ana (2009), os radicais livres são espécies químicas que apresentam número ímpar de elétrons desemparelhados no seu último orbital, sendo, portanto altamente energéticos e instáveis, podendo ser formados pela ação direta de alguma fonte de energia externa (luz, calor, radiação), o que os tornam altamente reativos.

Toda energia absorvida é transferida diretamente para o elétron, tornando-o altamente energético e instável. Devido à sua instabilidade, este elétron procura outro átomo e transfere-lhe toda a sua energia inicial, tornando-se instável (Araújo, 2008).

Na fase de propagação, os radicais livres R^* formados na iniciação, são convertidos em outros radicais. Ocorre a remoção de átomos de hidrogênio

localizados na posição alfa à dupla ligação. A adição de oxigênio ocorre então, nesta posição, levando à formação de um radical peróxil ($\text{ROO}\cdot$) (figura 2). Este, por sua vez, reage com um ácido graxo livre, removendo o hidrogênio do carbono alfa metileno do ácido graxo insaturado, produzindo peróxidos (ROOH) e radicais livres ($\text{R}\cdot$). Nesta fase tornam-se perceptíveis o odor e sabor de ranço, os quais tendem a aumentar rapidamente, provocado pelos produtos de decomposição dos hidroperóxidos (Weber, 2012). Em seguida os radicais livres reagem com o oxigênio e a reação se repete (Araújo, 2008).



Onde:

RH – ácido graxo insaturado; $\text{R}\cdot$ - radical livre;

$\text{ROO}\cdot$ - Radical peróxido e ROOH – Radical hidro peróxido.

Figura 2 - Etapas da oxidação lipídica em alimentos. (Fonte: Ramalho & Jorge, 2006).

De acordo com o esgotamento dos substratos, as reações de propagação vão cessando devido à redução de ácidos graxos insaturados no sistema, fazendo com que os radicais livres se liguem entre si formando compostos estáveis ou não reativos. São formados os produtos secundários de oxidação, obtidos por cisão e rearranjo dos peróxidos (epóxidos, compostos voláteis e não voláteis) (Silva et al., 1999). Os principais produtos finais resultantes da oxidação lipídica compreendem os derivados da decomposição de hidroperóxidos, como álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres e outros hidrocarbonetos. O intenso odor e sabor rançoso e alterações na cor e textura dos produtos são facilmente percebidos nesta fase. Após ser iniciada, a reação de oxidação segue em cadeia e somente termina quando estiverem esgotadas as reservas de ácidos graxos insaturados e oxigênio (Tien & Kirk, 1984).

2.4 MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO PELO FRIO

A cadeia de frio é a forma mais conveniente e eficaz de proteção dos produtos cárneos contra a oxidação lipídica e deterioração pela presença de micro-organismos. Os métodos de conservação pelo frio são aplicados de duas formas: a refrigeração e o congelamento.

2.4.1 Refrigeração

Refrigeração trata-se de um processo no qual a temperatura do alimento é reduzida entre $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Este processo provoca mínimas alterações sensoriais e nas características e propriedades nutricionais dos alimentos, apresentando como resultado uma boa aceitação desses produtos por parte dos consumidores, além de serem de mais fácil preparação. A oferta de alimentos refrigerados para o consumidor é dependente do sistema de distribuição, do transporte refrigerado e da presença de refrigeradores nos pontos de venda. O controle da temperatura dos alimentos refrigerados é fundamental para que seja evitada a deterioração do produto. A taxa de alterações bioquímicas, causadas por microrganismos e/ou enzimas e a oxidação lipídica, são dependentes da temperatura, e a refrigeração tem o papel de reduzir a taxa de alteração enzimática (Fellows, 2000).

2.4.2 Congelamento

O processo de congelamento aumenta significativamente a vida útil do produto e é um dos métodos mais utilizados para conservação de alimentos. Este método envolve a utilização de temperaturas abaixo de 0°C . O congelamento de alimentos retarda, mas não cessa, as reações físico-químicas e bioquímicas que ocasionam a deterioração dos alimentos (George, 1993).

Durante o armazenamento do produto congelado, há uma perda lenta e progressiva da qualidade do alimento, no qual depende principalmente da temperatura de armazenamento, do tempo de armazenamento e do processo de descongelamento. Sob temperaturas abaixo de -18°C as alterações enzimáticas

continuam em taxas muito lentas e o crescimento microbiano cessa completamente, além de provocar a morte de 10 a 60% da população microbiana, sendo que esta porcentagem aumenta durante o armazenamento sob congelamento (Moharram & Rofael, 1993).

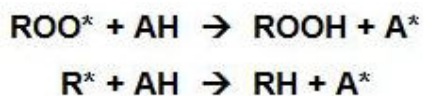
No congelamento, grandes quantidades de carne fresca são congeladas por longos períodos e, posteriormente, vendidas como produtos refrigerados depois do descongelamento. Embora o armazenamento por congelamento possa ser útil no mercado, em longo prazo pode ter diminuição da qualidade da cor e aumento de odor e gosto desagradável.

2.5 ANTIOXIDANTES

Na busca por inibição, prevenção ou retardo da deterioração causada pela oxidação lipídica em produtos cárneos, as indústrias adicionam antioxidantes a estes produtos. Os antioxidantes bloqueiam o efeito danoso dos radicais livres. Existem duas categorias básicas de antioxidantes, os sintéticos e os naturais.

Antioxidantes primários, como os compostos fenólicos, promovem a remoção ou inativação dos radicais livres formados durante a iniciação ou propagação da reação de oxidação, através da doação de átomos de hidrogênio a estas moléculas, interrompendo a reação em cadeia (figura 3) (Messias, 2009).

Antioxidantes secundários atuam por inúmeros mecanismos tais como: a ligação com íons metálicos, a redução de oxigênio, a conversão de hidroperóxidos a espécies não radicais, a absorção de radiação ultravioleta ou a desativação do oxigênio singleto (Pokorny et al., 2005).



Onde :

ROO* e R* – Radicais livres;

AH – Antioxidante com um átomo de hidrogênio ativo

A* - Radical inerte

Figura 3 - Mecanismo de ação de antioxidantes primários. (Fonte: Ramalho & Jorge, 2006).

2.5.1 Antioxidantes sintéticos

A utilização de antioxidantes sintéticos, tais como, Butil hidroxianisol (BHA), o Butil hidroxitolueno (BHT), butilhidroquinona terciária (TBHQ), e o galato de propila (PG), tem despertado preocupação quanto aos aspectos toxicológicos e efeitos carcinogênicos (Sousa *et al.*, 2007), e a conscientização dos consumidores sobre os riscos à saúde provocados pelos aditivos sintéticos resultou em estudos que buscam como alternativa a utilização de aditivos não-sintéticos, e, desta forma, estuda-se a possibilidade do uso de aditivos naturais ou métodos alternativos para a extensão da vida de prateleira, aumentar a segurança alimentar e evitar os danos da oxidação lipídica.

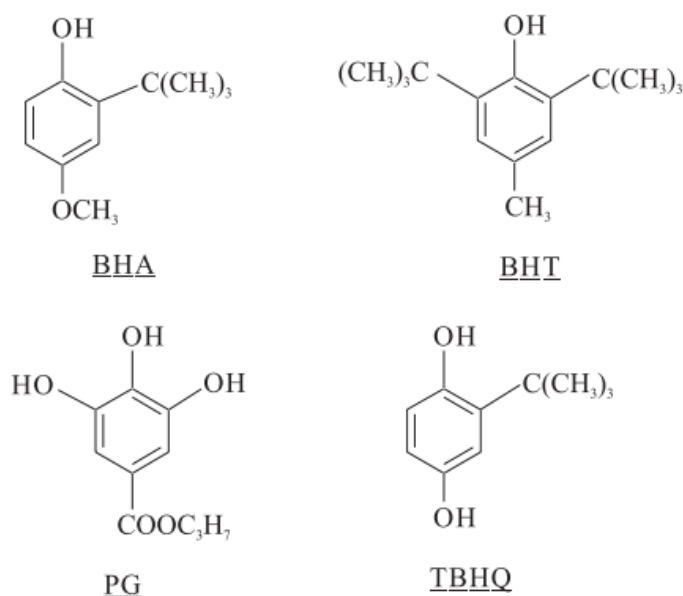


Figura 3 – Estrutura fenólica dos antioxidantes sintéticos utilizados em alimentos. (Fonte: Ramalho & Jorge, 2006)

2.5.2 Antioxidantes naturais

Alguns alimentos como frutas, vegetais em geral e condimentos possuem numerosos compostos fitoquímicos. Por apresentarem compostos fenólicos em sua composição, podem trazer benefícios à saúde, pois estes compostos estão associados com a atenuação de doenças cardiovasculares e prevenção do câncer e, além de ajudar na proteção contra os danos causados pelas espécies reativas do oxigênio, associadas com doenças degenerativas (Shahidi & Naczk, 2005; Hur *et al.*, 2007).

Quando adicionado ao alimento, os antioxidantes naturais apresentam capacidade de funcionar como inibidores de radicais livres, sequestrantes do oxigênio singlete, agentes redutores e desativadores de metais pró-oxidantes (Pokorny et al., 2005). As principais vantagens na utilização dos antioxidantes naturais são a aceitação imediata do consumidor, além da sua utilização não ser limitada pela legislação (Oliveira, 2011).

No Brasil, alguns produtos naturais, como os temperos, que podem atuar como antioxidantes, já são adicionados a produtos cárneos. As desvantagens da utilização destes produtos são que eles são geralmente mais caros, e podem conferir sabor, cor ou odor desagradável ao produto (Brookman, 1991; Pokorny, 1991).

2.6 TBARS

Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) têm sido utilizadas como medida do nível de oxidação lipídica em alimentos. Um dos principais produtos da decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados no processo oxidativo é o malonaldeído, que pode ser quantificado pelo teste de TBARS. A primeira utilização do teste foi realizada por Patton, Keeney e Kurtz, em 1951, sendo utilizada para avaliações em leite e produtos lácteos (Cecchi, 1999).

O ácido 2-tiobarbitúrico reage com o malonaldeído (Figura 5), produzindo um composto de cor vermelha, medido espectrofotometricamente entre 500 e 550 nm de comprimento de onda (Osawa et al., 2005).

A presença de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico indica a ocorrência do segundo estágio de oxidação, momento no qual, a partir da presença de peróxidos, há a formação de aldeídos e cetonas. Por estarem associados ao ranço, altos valores de TBARS são indesejáveis (Ersoy & Yilma, 2003).

McCarthy et al., (2001) relataram que com o aumento no tempo de armazenamento ocorre o aumento no TBARS. No entanto, a qualidade inicial da carne é fundamental e deve também ser considerada.

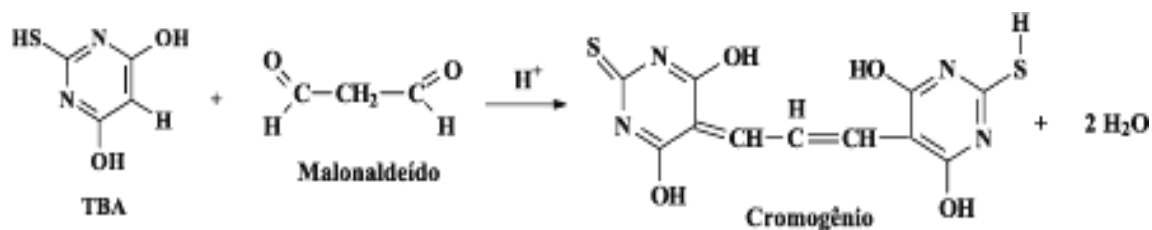


Figura 5 - Reação do teste de TBARS entre o ácido 2-tiobarbitúrico e o malonaldeído, formando o composto colorido, medido espectrofotometricamente a 532 nm. (Fonte: Osawa et al., 2005).

2.7 – COR DO PRODUTO CÁRNEO

Processos oxidativos também estão associados com a descoloração de produtos de carne, como a oxidação lipídica que resulta na formação de pró-oxidantes, capazes de reagir com a oximioglobina, que levam à formação de metamioglobina (Frankel, 1998). A aparência dos produtos cárneos é uma das principais características desejáveis pelos consumidores e, conseqüentemente, relacionadas às vendas do produto (Clydesdale, 1998).

Yu et al. (2002), Formanek et al. (2003) e Lawrence et al. (2004) relataram, respectivamente, que a adição de extrato de origem vegetal melhorou a estabilidade da cor de carne de peru cozida, inibiu a mudança de cor e a oxidação lipídica em carne moída irradiada e melhorou a estabilidade de cor quando injetado em lombos de carne bovina.

3 - TRABALHOS

AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DE BIFES BOVINOS REESTRUTURADOS ADICIONADOS DE EXTRATO AQUOSO DE AROEIRA (*SCHINUS terebinthifolius*, RADDI) E MANTIDOS SOB REFRIGERAÇÃO

RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência da adição de extrato aquoso de Aroeira – EAA (*Schinus terebinthifolius*, Raddi) em bifes bovinos reestruturados mantidos sob refrigeração. O experimento foi conduzido em blocos inteiramente casualizados utilizando-se três tratamentos: T1 (controle, sem adição de EAA), T2 (0,5% de EAA) e T3 (1,0% EAA), sendo a porcentagem de EAA calculada baseada nos 20% de gordura do produto. Para isso foram realizadas análise de pH, número de micro-organismos aeróbicos mesófilos, análise instrumental de cor, painel de cor, número de TBARS e análise sensorial. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o PROC MIXED (SAS, 1999). Quanto ao pH do produto, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$). O log UFC/g de micro-organismos aeróbicos mesófilos aumentou durante o tempo de estocagem, mas não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos. Em relação ao parâmetro de cor L^* , o T3 e T2 apresentaram

melhores resultados para os mesmos às 72 horas e o T3 apresentou melhores resultados às 84 horas, apresentando maior estabilidade de cor e diferindo significativamente dos demais tratamentos nos devidos tempos ($P < 0,05$). Para a* e b*, as médias do tratamento T3 não diferiram significativamente ($P < 0,05$) dos demais tratamentos no intervalo entre 72 e 84 horas. A adição de 1% de EAA (T3) apresentou maior estabilidade e melhores médias para brilho, intensidade da cor vermelha e descoloração no intervalo entre 72 e 84 horas, diferindo ($P < 0,05$) dos demais tratamentos. Com relação à análise sensorial, para todas as características analisadas, apenas para sabor apimentado houve diferença significativa ($P < 0,05$) de 0 às 36 horas, no qual o tratamento com 1% de EAA (T3) apresentou maiores médias do que os demais tratamentos. Com relação a perdas por cocção, os tratamentos não diferiram entre si ($P > 0,05$). Quanto ao número de TBARS, nenhum dos tratamentos adicionados com EAA apresentou efeito significativo ($P > 0,05$) quanto ao nível de oxidação lipídica no intervalo de tempo experimental. Pode-se concluir que a adição de 0,5% de EAA (T2), não apresentou benefícios quanto ao aumento da vida de prateleira do produto, e a adição de 1% de EAA (T3), apesar de não ter apresentado efeito sobre os micro-organismos, nem retardado a oxidação lipídica, apresentou melhor estabilidade da cor do produto durante as horas finais ao experimento, o que é uma vantagem se tratando de um atributo importante na escolha do consumidor e não interferiu sensorialmente nas características do produto, apresentando-se aceitável.

Palavras-chave: bife, TBARS, sensorial, cor, microbiologia.

ABSTRACT

The objective was to analyze the influence of the addition of aqueous extract of Brazilian Pepper - AEBP (*Schinus terebinthifolius*, Raddi) in restructured beef steaks kept under refrigeration. The experiment was conducted in a completely randomized block design using three treatments: T1 (control without addition of AEBP), T2 (0.5% AEBP) and T3 (1.0% AEBP) and the percentage of AEBP calculated based on 20% of fat in the product. For this analysis were

performed pH, number of mesophilic aerobic microorganism, instrumental color, color panel, TBARS values and sensory analysis. Statistic analyses were using the PROC MIXED (SAS, 1999). As the pH of the product, there was no significant difference between treatments ($P>0.05$) and time ($P>0.05$). The log CFU/g of mesophilic aerobic microorganisms increased during the storage time, but had no significant difference ($P>0.05$) between treatments. In respect to the L * color parameters, T3 and T2 showed better results for the same 72 hours and T3 showed better results at 84 hours, with higher color stability and significantly differ from other treatments in due time ($P<0.05$). To a* and b*, the means values of T3 treatment differed significantly ($P<0.05$) than the other treatments that range between 72 and 84 hours. The addition of 1% of AEBP (T3) was more stable and better for average brightness values, the intensity of red color and discoloration in the range between 72 and 84 hours, differing ($P<0.05$) from other treatments. The sensory analysis for all characteristics analyzed, only to spicy flavor was no significant difference ($P<0.05$) from 0 to 36 hours, in which the treatment with 1.0% of AEBP (T3) had higher mean values than other treatments. As to the TBARS values, none of the treatments made with AAS showed a significant effect ($P>0.05$) when the lipid oxidation level in the experimental interval. It can be concluded that the addition of 0.5% of AEBP (T2), showed no benefit in increasing the product shelf life, and the addition of 1.0% of AEBP (T3), although not shown effect on microorganisms or delayed lipid oxidation, showed better color stability of the product during the final hours to the experiment, which is an advantage when dealing with an important attribute in consumer choice and did not affect sensory in product characteristics, presenting acceptable.

Keywords: color, microbiology, sensory, steak, TBARS.

INTRODUÇÃO

A carne é um produto de suma importância na alimentação humana devido ao seu alto valor biológico e muito apreciada pela população mundial. Apesar do seu considerado valor comercial, alguns cortes são considerados de

menor valor devido às suas características como menor maciez, maior teor de colágeno, carne de animal com idade avançada e outros fatores. Uma das formas de agregar valor a esses cortes com menor valor no mercado é o processamento.

O bife reestruturado bovino é um produto que agrega valor aos cortes cárneos menos valorizados, sendo então uma forma para melhorar a comercialização e aumentar o lucro da indústria cárnea.

No processamento do bife reestruturado toda matéria-prima deve ser cuidadosamente trabalhada, pois em se tratando da utilização de carne moída, a higiene e cuidados na preparação são essenciais para que o produto final seja de qualidade e de boa aceitabilidade pelo consumidor. A carne moída é um produto que apresenta maior exposição da superfície de contato, o que pode torná-la um alvo mais facilitado para o desenvolvimento de micro-organismos e ocorrência da oxidação lipídica. A má qualidade da água pode ser um outro meio de contaminação do produto cárneo, tanto com relação à higiene do estabelecimento e utensílios, quanto em sua utilização como ingrediente.

A refrigeração é um método de conservação pelo frio que tende a prolongar a vida útil do produto cárneo. Sua utilização é de extrema importância na cadeia de carnes, pois ela é capaz de inibir reações químicas, enzimáticas e crescimento microbiológico (Ordóñez, 2005).

Com relação aos micro-organismos aeróbicos mesófilos, a refrigeração evita o crescimento de muitos destes (temperatura mínima – 5 a 10 °C; temperatura ótima - 30 a 40°C), dependendo da temperatura final atingida pelos produtos (Fellows, 2006). Sob baixa temperatura ocorre a redução na taxa de reações enzimáticas que são responsáveis por catalisar as reações metabólicas dos microrganismos (Jay, 2005).

Como a cadeia de frios não é totalmente eficaz, outro grande problema em produtos cárneos é a ocorrência da oxidação lipídica. A oxidação lipídica diminui a qualidade do produto, diminui a vida de prateleira e afeta características como odor e sabor do produto (Gray et al., 1996).

Outro fator importante na escolha do produto, por parte do consumidor, é a coloração que o produto apresenta. A cor é a primeira característica apresentável ao consumidor, por isso, tende a influenciar diretamente na venda do produto. Além disso, outras características de aceitabilidade do produto, são

as características sensoriais apresentadas pelo mesmo. Há necessidade de estudos que ofereçam à indústria de carne aditivos naturais que venham a aumentar a vida de prateleira do produto.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da adição do extrato aquoso de Aroeira (*Schinus terebinthifolius*, Raddi) em bifes bovinos reestruturados sob refrigeração, quanto ao número de TBARS, número de micro-organismos aeróbicos, características de cor e sensorial.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Preparação do extrato e fabricação do bife reestruturado bovino

O extrato aquoso foi preparado segundo metodologia apresentada por Bernardes (2014). Primeiramente os frutos de Aroeira (*Schinus terebinthifolius*, Raddi) foram colhidos, lavados e pesados, depois, em um mixer, os frutos foram misturados juntamente com água, na proporção de 1:1. Após este processo, o suco formado foi congelado e posteriormente liofilizado, adquirindo-se o extrato aquoso de Aroeira.

A fabricação dos bifes bovinos reestruturados e as análises experimentais foram realizadas no Centro de Segurança e Qualidade de Carnes, na Colorado State University, localizada em Fort Collins – CO, USA.

Três lotes de carne moída foram adquiridos junto a JBS (Greeley-CO), já com porcentagem de gordura estabelecida (20%). Cada lote representou um bloco experimental. O extrato aquoso foi dissolvido na porção de água utilizando-se um liquificador, para facilitar sua mistura junta à carne moída. Antes do início da fabricação das amostras, cada lote foi dividido em nove partes (referentes aos três tratamentos e a três repetições), e cada parte foi colocada em bandeja para que fosse misturada manualmente com a água (adicionada de extrato ou não). O tratamento 1 (T1 - controle) não foi adicionado de Extrato Aquoso de Aroeira (EAA), o tratamento 2 (T2) foi adicionado de 0,50% de EAA e o tratamento 3 (T3) foi adicionado de 1,0% de EAA, conforme a Tabela 1. A porcentagem de EAA utilizada nos tratamentos foi calculada baseada na quantidade de gordura

presente na carne moída. Após a mistura dos ingredientes, cada bife foi moldado e em seguida, dois bifos reestruturados foram colocados em cada bandeja de isopor contendo almofadas de suporte e embrulhadas com filme de policloreto de vinil.

Tabela 1 – Formulação dos bifos bovinos reestruturados para os três tratamentos.

Ingredientes (%)	T1 (Controle)	T2 (0,5%)	T3 (1,0%)
Carne moída bovina	79,95	79,85	79,75
Gordura	20,0	20,0	20,0
Água	0,05	0,05	0,05
Extrato Aquoso de Aroeira*	-	0,1	0,2

A porcentagem de Extrato Aquoso de Aroeira foi calculada baseada na quantidade de gordura presente na carne moída.

2.2 - Exibição em Display

Cada bandeja, contendo dois bifos reestruturados, foi colocada no display comercial de multiexposição (Hussman Modelo No. M3X8GEP) fixado para manter a temperatura em 2 °C (± 1 °C) durante 96 horas. O display comercial de multiexposição foi equipado com emissores de luz de LED, que mantinham a iluminação com intensidade de luz média de 900 lux (± 184 Lux). As amostras foram expostas à luz de todo o período de 96 h. A cada 12 horas, as amostras foram trocadas de posição entre si em um movimento de rotação, evitando qualquer efeito de variação na intensidade da luz ou temperatura. As amostras para as análises instrumental de cor e avaliação sensorial de cor foram mantidas em display até o final do experimento. Para as análises de pH e número de micro-organismos aeróbicos mesófilos, nos tempos 0, 36 e 96 horas, as amostras foram retiradas do display e levadas diretamente para suas devidas análises. Para TBARS, as amostras foram retiradas do display, envolvidas em folha de alumínio, e posteriormente colocadas em gelo seco, trituradas em liquidificador industrial e mantidas armazenadas a -80 °C, para posteriormente serem analisadas. Para a análise sensorial, as amostras foram retiradas do display em seus devidos tempos (0, 36 e 96 horas), embaladas a vácuo, e mantidas armazenadas a -80 °C até o dia da realização das análises.

2.3 – Determinação de pH

Para determinar o pH foi utilizado 10g de cada amostra, homogeneizadas em 100 ml de água destilada por 5 minutos e, a seguir foi procedida a leitura do pH (Terra & Brum, 1988). As análises foram realizadas em triplicatas e nos tempos 0, 36 e 96 horas, e considerou-se a média das triplicatas.

2.4 - Análise instrumental de cor

A análise instrumental de cor foi realizada utilizando-se um espectrofotômetro portátil (MiniScan Modelo 4500S, Hunter Laboratories, Reston, VA), que foi calibrado antes de cada medição. Foram coletadas seis leituras em cada bandeja e calculada a média para cada bandeja. Os resultados foram expressos por meio das coordenadas L^* = luminosidade (0 = preto e 100 = branco), a^* (- 80 até zero = verde, do zero ao + 100 = vermelho) e b^* (- 100 até zero = azul, do zero ao + 70 = amarelo). As análises foram realizadas no tempos 0, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84 e 96 horas, em triplicata.

2.5 - Avaliação sensorial de cor por julgadores treinados

A cada 12 horas durante o período de exposição de 96 horas, cada bandeja com os bifes reestruturados foi avaliada por um mínimo de 8 julgadores treinados para brilho, intensidade de cor vermelha e descoloração. Os julgadores treinados quantificaram o brilho, a intensidade de cor vermelha e a descoloração da carne predominante em cada bife usando uma escala de linha não-estruturada de 15 centímetros, no qual nas extremidades haviam os termos descritivos. Para brilho, 0 cm denotava escuro (amarronzado) e 15 centímetros indicava cor brilhante. Para intensidade da cor vermelha, 0 cm denotava muito escura (vermelho/marrom) e 15 cm denotava vermelho-cereja brilhante. Para descoloração, 0 cm denotava sem presença de descoloração e 15 cm denotava totalmente descolorida. Uma vez que o período de exibição foi completado, os bifes reestruturados foram retirados do display comercial. Depois cada sessão de avaliação, as classificações individuais tomadas em conjunto e foi realizado o cálculo da média para obtenção de um único painel para classificação de cada

atributo visual de cada amostra. As análises foram realizadas nos tempos 0, 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84 e 96 horas, em triplicata.

2.6 – TBARS

Para determinação do nível de Malonaldeído (MDA) 50 mg de amostra de bife reestruturado foi homogeneizada em solução salina tamponada com fosfato (PBS) contendo hidroxitolueno butilado (BHT) e arrefecido em gelo. Posteriormente o material foi centrifugado a $10000 \times g$ durante 5 min e o sobrenadante foi tomado. Conforme estabelecido pelo protocolo OxiSelect™ TBARS Assay Kit (Biolabs celular, N ° Cat .: STA-330), 100 µL da amostras ou MDA padrão foi adicionado a tubos de microcentrifuga, e em seguida 100 µl da solução de lise de SDS foi adicionada e homogeneizada. As amostras foram, então, incubadas durante 5 min à temperatura ambiente, e posteriormente 250 µL de ácido tiobarbitúrico (TBA) foi adicionado, sendo cada tubo fechado e incubado a 95 °C durante 60 min. Os tubos foram então removidos e arrefecidos até à temperatura ambiente em banho de gelo durante 5 min. Todos os tubos de amostra foram então centrifugados a 3000 rpm durante 15 min, e o sobrenadante foi removido das amostras e, em seguida, finalmente, 200 µL de amostra ou de MDA padrão foi transferido para uma microplaca de 96 lugares, compatível com o espectrofotômetro. A leitura da absorvância foi realizada a 532 nm. As análises foram realizadas em duplicatas e nos tempos 0, 36 e 96 horas, e considerou-se a média das duplicatas.

2.7 – Análise de micro-organismos aeróbicos mesófilos

Nas análises de micro-organismos aeróbicos mesófilos, 1 ml de cada diluição foi colocada em três placas de Petrifilm™ (3M Microbiologia. St. Paul, MN, EUA), seguindo as instruções do fabricante. Todas as placas foram incubadas a $30 \pm 1^\circ\text{C}$ por $48 \pm 3\text{h}$ para contagem de microrganismos aeróbios mesófilos. As placas que apresentam 25 a 250 colônias foram selecionadas e realizada a contagem e determinação do número de unidades formadoras de colônia por grama (UFC/g). As análises foram realizadas em triplicatas e nos tempos 0, 36 e 96 horas, e considerou-se a média das triplicatas.

2.8 - Análise sensorial descritiva

A análise sensorial descritiva foi realizada na Colorado State University – CSU. Os painelistas foram treinados para caracterizar atributos sensoriais dos bifes reestruturados utilizando as normas de delineado de atributos descritivos, desenvolvidas de acordo com as diretrizes fornecidas pela AMSA (1995) e Adhikari et *al.* (2011). Os atributos que os painelistas foram treinados para identificar incluíam: maciez, coesão, sabor, azedo, rancidez e apimentado.

Após a retirada do display comercial nos seus devidos tempos, as amostras designadas para a análise sensorial foram imediatamente colocadas em um saco selado a vácuo e mantidas congeladas (-20 ° C) até que todo o período de exibição das demais amostras estivesse completo. As amostras foram estrategicamente e aleatoriamente divididas em uma sessão sensorial para garantir que todos os períodos amostrados para cada tratamento fossem representados em uma única sessão de painel sensorial. Um máximo de 12 amostras foram servidas durante uma única sessão do painel, e um máximo de 24 amostras foram servidas a cada painalista treinado a cada dia. Além disso, sessões de painéis sensoriais foram agendadas com pelo menos um mínimo de 2 h de intervalo.

As amostras de bife bovino reestruturado congelados utilizados para cada sessão do painel foram retiradas das câmaras de congelamento e mantidas de 24 a 36 h sob refrigeração (~2 °C), para assegurar que as temperaturas internas dos bifes crus estivessem entre 1 e 5 °C, para em seguida serem cozidos em grelhadores elétricos (modelo GGR64, Salton, Inc., Mt. Prospect, IL) e atingissem um pico interno de temperatura de 71 °C. Foi utilizado um termômetro Tipo K (AccuTuff 340, modelo 34040, Cooper-Atkins Corporation, Middlefie, CT) que foi inserido no centro geométrico de cada bife e a temperatura interna foi monitorada durante o cozimento. Após o cozimento, os bifes foram cortados em seções (1,3 cm x 1,3 cm - espessura do bife cozido) e cortes foram colocados em uma tigela de cerâmica, cobertos com folha de alumínio, e alocados em um armário de aquecimento (60 °C) durante um máximo de 30 minutos antes de serem servidos para um mínimo de 8 provadores treinados. Cada participante recebeu 2 seções de cada bife. Os painelistas ficavam sentados em cubículos individuais equipados com luz incandescente vermelha, para mascarar as diferenças de cor entre as

amostras. Foram fornecidos para os painelistas uma garrafa de água destilada, suco de maçã e bolachas de água e sal e sem sal, que foram utilizados para a limpeza do palato entre as amostras.

Provadores avaliaram cada amostra e classificaram-as em uma escala linha não-estruturada de 15 centímetros, no qual em ambos os lados haviam os termos descritivos. Para a característica de maciez, 0 cm indicava “extremamente dura”, e 15 cm indicava “extremamente macia”. Para maciez, o ponto médio da linha (7,5 cm) foi considerado uma resposta neutra (ou seja, nem dura nem macia). Para a característica coesão, 0 cm significava "extremamente sem coesão", e 15 cm significava "extremamente coesiva". Para a característica sabor, 0 cm significava "sem sabor", e 15 cm significava "presença de sabor forte". Para a característica rancidez, 0 cm significava "sem oxidação", e 15 cm significava "extremamente oxidada". Para a característica azedo, 0 cm significava "sem sabor azedo", e 15 cm significava "extremamente azeda". Para a característica apimentado, 0 cm significava "sem sabor apimentado", e 15 cm significava "extremamente apimentado". Depois de cada sessão do painel, as classificações dos painelistas individuais foram somadas e calculada a média, para obter uma única classificação para cada atributo sensorial de cada amostra. As análises foram realizadas em triplicatas e nos tempos 0, 36 e 96 horas, e considerou-se a média das triplicatas.

2.9 – Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o bloco casualizado (DBC), com medidas repetidas no tempo, com três blocos e três tratamentos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com o PROC MIXED (SAS, 1999). A estrutura de covariância utilizada foi aquela com menor valor, sendo testadas estruturas de covariância autorregressiva de 1ª ordem (AR1), não estruturada (UN), componentes de variância (VC) e simetria composta (CS), e utilizou-se a que obteve o menor valor para o critério de Akaike corrigido (IACC) para cada variável avaliada. As médias foram estimadas pelo teste LSMEANS e comparadas em nível de 5% de probabilidade.

O modelo matemático geral referente à análise das variáveis estudadas foi representado por:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + b_{j(i)} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijk};$$

onde, Y_{ijk} = variáveis dependentes; μ = média de todas as observações; α_i = efeito do i-ésimo tratamento; $b_{j(i)}$ = efeito do j-ésimo bloco dentro do i-ésimo tratamento (erro a); γ_k = efeito do k-ésimo tempo; $(\alpha\gamma)_{ij}$ = interação entre o i-ésimo tratamento e o j-ésimo tempo; e ε_{ijk} = erro experimental residual (erro b).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Valores de pH

Não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$) e os tempos ($P > 0,05$), com relação ao pH. As médias obtidas para o pH durante o período de estocagem dos bifes reestruturados em display comercial sob refrigeração estão apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2 - Médias e desvio padrão das médias de pH das diferentes formulações de bifes reestruturados em relação ao tempo de estocagem.

Tempo (h)	Tratamento		
	T1	T2	T3
0	^A 5,74±0,20 ^a	^A 5,59±0,08 ^a	^A 5,58±0,30 ^a
36	^A 5,47±0,20 ^a	^A 5,48±0,08 ^a	^A 5,38±0,30 ^a
96	^A 5,62±0,20 ^a	^A 5,56±0,08 ^a	^A 5,34±0,30 ^a

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si ($P < 0,05$). T1 – sem adição de EAA (controle); T2 – adicionado de 0,5% de EAA; T3 – adicionado de 1,0% de EAA.

As médias de pH obtidas apresentaram-se entre 5,34±0,30 e 5,74±0,20 nos diferentes tratamentos e tempos analisados. Observa-se que as médias de pH não variaram ao longo das horas, embora pode-se perceber uma ligeira diminuição no tempo 36h.

Na Figura 1, estão representadas as curvas das médias do pH para os três tratamentos durante o período de estocagem.

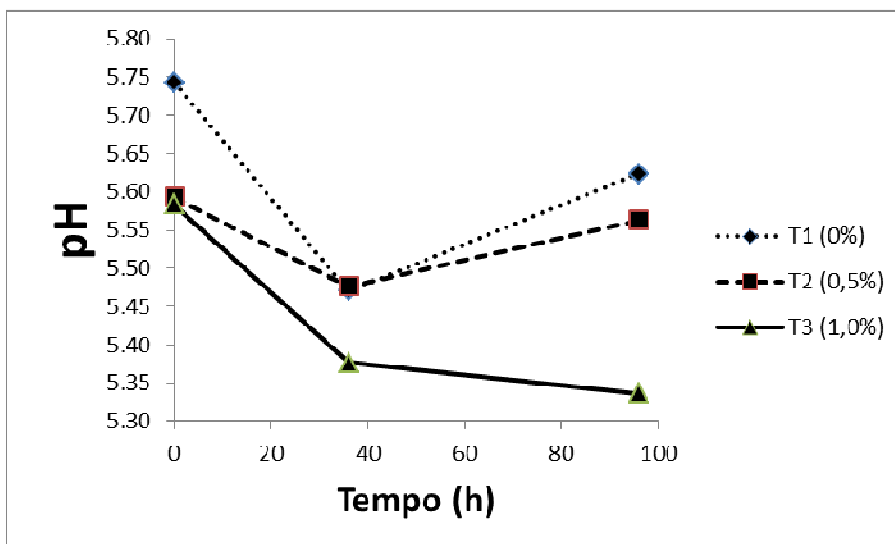


Figura 1 – Médias do pH dos três tratamentos ao longo do período de estocagem em display comercial sob refrigeração.

Apesar do pH em T3 (1,0%) ter apresentado certa queda das 36 às 96 horas de estocagem, o que foi o inverso ocorrido nos outros tratamentos, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) deste com os demais tratamentos. As médias de pH encontradas para todos os tratamentos apresentaram valores muito próximos e ocorreu pouca variação durante o tempo de estocagem. Portanto, pode-se estabelecer que os resultados dos tratamentos que foram adicionados de extrato aquoso de Aroeira apresentam-se satisfatórios para o produto, não ocasionando em nenhuma interferência no pH do mesmo.

2.2 – Total de micro-organismos aeróbicos mesófilos

As médias de log UFC/g de micro-organismos aeróbicos mesófilos estão apresentadas na Tabela 3.

Com relação ao log UFC/g, os tratamentos não diferiram entre si ($P > 0,05$) no mesmo tempo analisado, mas houve um aumento significativo ($P < 0,05$) das médias durante o tempo de estocagem dentro de cada tratamento, que pôde ser retratado entre as médias encontradas em 0 hora e às 96 horas, respectivamente, 5,47 e 6,17 para T1, 5,42 e 6,16 para T2, e 5,44 e 6,13 para T3.

TABELA 3 – Médias e desvio padrão do log UFC/g de micro-organismos aeróbicos mesófilos das diferentes formulações de bifes reestruturados em relação ao tempo de estocagem.

Tempo (h)	Tratamento		
	T1	T2	T3
0	$5,47 \pm 1,24^a$	$5,42 \pm 1,23^a$	$5,44 \pm 1,23^a$
36	$5,83 \pm 1,11^{ab}$	$5,84 \pm 1,11^{ab}$	$5,86 \pm 1,11^{ab}$
96	$6,17 \pm 1,36^b$	$6,16 \pm 1,35^b$	$6,13 \pm 1,35^b$

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si ($P < 0,05$). T1 – sem adição de EAA (controle); T2 – adicionado de 0,5% de EAA; T3 – adicionado de 1,0% de EAA.

Na Figura 2, estão representadas as curvas das médias do log UFC/g para os três tratamentos durante o período de estocagem.

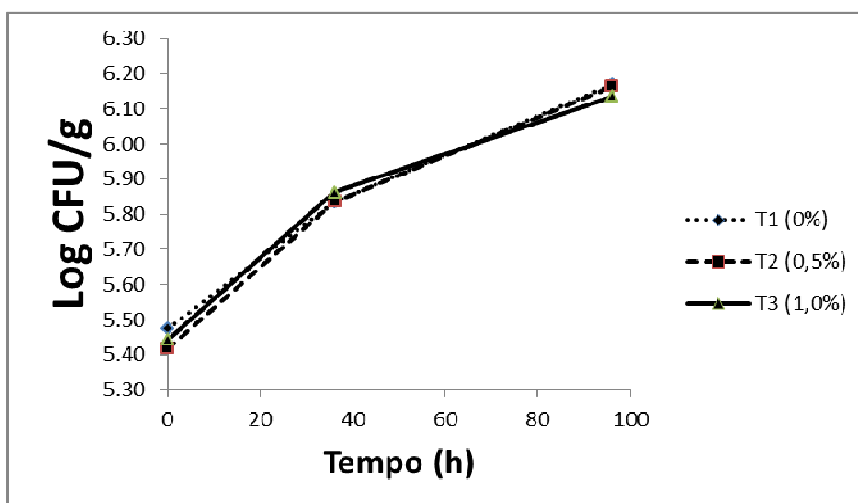


Figura 2 – Médias do log de UFC/g de micro-organismos aeróbicos mesófilos dos três tratamentos ao longo do período de estocagem em display comercial sob refrigeração.

A média do log UFC/g não excedeu o valor de 7 log UFC/g, no qual é considerado como limite para avaliação de vida útil do produto (Georgantelis et al., 2007; Gitrakou et al., 2010). Assim, as amostras de todos os tratamentos apresentaram-se dentro dos padrões de número de micro-organismos aeróbicos mesófilos presentes no produto para avaliação.

2.3 – Valores da cor instrumental

Em relação à cor instrumental, o valor de L mensura luminosidade/brilho do produto, no qual quanto maior o valor do parâmetro, mais claro encontra-se o produto. Já os valores de a* representam a intensidade da cor vermelha do produto, e maiores valores indicam coloração vermelha mais intensa. E quanto aos valores de b*, este representa a intensidade da cor amarela no produto, quanto mais intenso o amarelo maiores os valores de b* (Olivo & Olivo, 2005). As médias obtidas para todos os tratamentos durante o período de estocagem são apresentadas nas Tabelas 4, 5 e 6 e Figuras 3, 4 e 5, referentes aos parâmetros L*, a*, b*, respectivamente.

TABELA 4 - Médias e desvio padrão do parâmetro L* das diferentes formulações de bifes reestruturados em relação ao tempo de estocagem.

Tempo (h)	Tratamento		
	T1	T2	T3
0	^A 47,42±3,27 ^a	^A 46,68±3,48 ^a	^A 46,78±3,13 ^a
12	^A 47,46±3,31 ^{ab}	^A 49,08±3,66 ^b	^A 48,17±3,23 ^{ab}
24	^A 48,99±3,38 ^{abc}	^A 49,05±3,66 ^b	^A 47,96±3,21 ^{ab}
36	^A 49,02±3,38 ^{abcd}	^A 49,33±3,68 ^{bc}	^A 48,87±3,27 ^{ab}
48	^A 49,60±3,42 ^{bcde}	^A 49,83±3,71 ^{bc}	^A 49,25±3,30 ^b
60	^A 50,12±3,46 ^{cdef}	^A 49,57±3,69 ^{bc}	^A 48,78±3,27 ^b
72	^A 52,12±3,59 ^{fg}	^{AB} 51,24±3,82 ^{cd}	^B 49,59±3,32 ^b
84	^A 52,48±3,62 ^g	^A 52,37±3,90 ^d	^B 50,22±3,36 ^b
96	^A 52,30±3,60 ^g	^A 52,44±3,91 ^d	^A 52,00±3,48 ^c

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si (P<0,05). T1 – sem adição de EAA (controle); T2 – adicionado de 0,5% de EAA; T3 – adicionado de 1,0% de EAA.

Os tratamentos T1, T2 e T3 apresentaram o mesmo comportamento durante as 60 primeiras horas, não apresentando diferença significativa (P>0,05). Às 72 horas o T1 (0%) começou a apresentar diferença significativa (P<0,05) em relação ao T3 (1,0%), apresentam um aumento em seu valor de L*. Às 84 horas os tratamentos T1 (0%) e T2 (0,5%), com médias respectivas de 52,48±3,62 e 52,37±3,90, apresentaram diferença significativa (P<0,05) em relação ao T3, com valor de 50,22±3,36. O T3 (1,0%), adicionado com a maior concentração de extrato aquoso de Aroeira, apresentou melhores resultados que os demais

tratamentos das 72-84 horas, já que quanto mais altos forem os valores de L^* (mais próximos de 100) mais pálido será o produto analisado, e o menor valor obtido para L^* está relacionado a uma menor descoloração do produto. Mas, apesar das médias de L^* entre os tratamentos terem apresentado diferença significativa nas últimas horas experimentais, ao final do período nenhum dos tratamentos diferiram entre si significativamente ($P>0,05$).

Com relação às médias de L^* durante o tempo, as médias obtidas para o T1 (0%) demonstraram que o tratamento sem adição de extrato aquoso de Aroeira apresentou mais rapidamente diferença significativa ($P<0,05$) nas médias de L^* durante as horas do período experimental que o T2 (0,5%), e este mais rapidamente que o T3 (1%), demonstrando assim, que a adição do extrato aquoso de Aroeira a 1,0% apresentou uma maior estabilidade com relação à luminosidade do produto durante as horas.

Na Figura 3, estão representadas as curvas das médias do parâmetro L^* para os três tratamentos durante o período de estocagem.

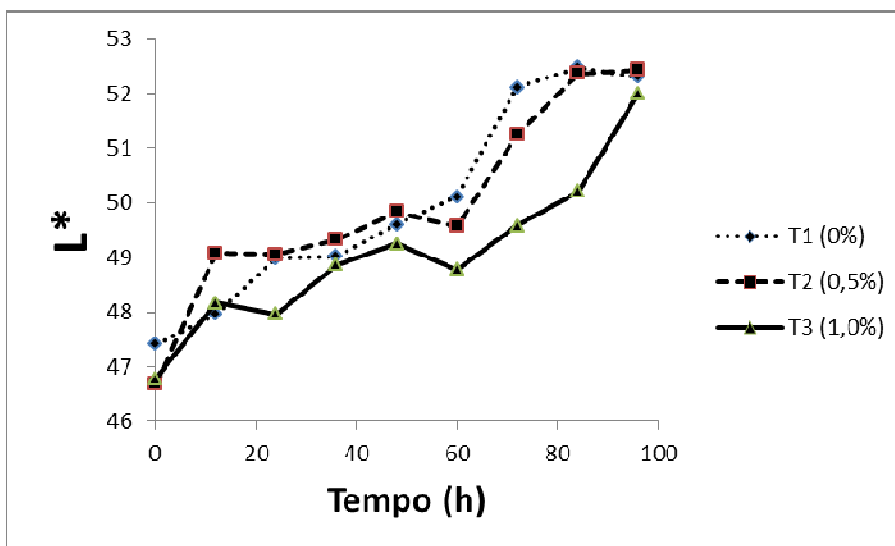


Figura 3 – Médias do parâmetro L^* dos três tratamentos ao longo do período de estocagem em display comercial sob refrigeração.

Para o parâmetro a^* , os tratamentos T1 e T2 apresentaram diferença significativa ($P<0,05$) em relação ao T3 a partir das 72 horas sob refrigeração, no qual o T3 apresentou os melhores resultados de a^* ($9,60\pm 2,03$) em comparação ao T1 ($5,82\pm 1,23$) e ao T2 ($6,35\pm 1,35$) às 72 horas. Sendo assim, o T3 (adicionado de 1,0% de extrato aquoso de Aroeira) apresentou melhor resultado quanto à

estabilidade final da coloração vermelha, o que é uma vantagem para a comercialização do produto.

Já em relação às médias de a^* dentro de cada tratamento durante o tempo de estocagem, houve diferenças significativas entre os tempos, e observou-se que a tendência e o valor de a^* diminui com o passar das horas, diminuindo assim, a intensidade da cor vermelha no produto.

Han & Rhee (2005), trabalhando com bife reestruturado de carne bovina mantida sob refrigeração (± 4 °C), também observaram diminuição dos valores de a^* durante o período de 6 dias de armazenamento, mas em contraste com os resultados obtidos no presente estudo, verificaram que o extrato de alecrim não apresentou efeito estabilizador sobre os valores de a^* .

TABELA 5 - Médias e desvio padrão do parâmetro a^* das diferentes formulações de bifes reestruturados em relação ao tempo de estocagem.

Tempo (h)	Tratamento		
	T1	T2	T3
0	^A 15,33±3,26 ^a	^A 15,15± 3,23 ^a	^A 15,27±3,25 ^a
12	^A 14,16±3,14 ^a	^A 13,74±3,04 ^{ab}	^A 13,73±3,04 ^{ab}
24	^A 12,90±2,90 ^b	^A 12,96±2,92 ^b	^A 12,97±2,92 ^{bc}
36	^A 12,35±2,75 ^{bc}	^A 12,60±2,66 ^{bc}	^A 12,20±2,43 ^{cd}
48	^A 11,49±2,43 ^{cd}	^A 11,62±2,45 ^{cd}	^A 11,51±2,43 ^{de}
60	^A 9,86±1,88 ^d	^A 10,68±2,03 ^d	^A 10,87±2,07 ^{de}
72	^B 5,82±1,23 ^e	^B 6,35±1,35 ^e	^A 9,60±2,03 ^{ef}
84	^B 4,85±0,99 ^e	^B 4,93±1,01 ^{ef}	^A 7,60±1,56 ^f
96	^B 4,70±0,91 ^e	^B 4,66±0,91 ^f	^A 5,61±1,09 ^g

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si ($P < 0,05$). T1 – sem adição de EAA (controle); T2 – adicionado de 0,5% de EAA; T3 – adicionado de 1,0% de EAA.

Analisando a tendência que as médias de L^* e a^* demonstraram, nota-se que ocorreu um aumento nas médias de L^* e diminuição nas médias de a^* com o passar das horas. A possível diminuição do teor de mioglobina (coloração vermelho-purpura) e oximioglobina (coloração vermelho-brilhante) no produto pode ser o responsável pela diminuição do valor de a^* , no qual o produto apresenta-se com um vermelho menos intenso, resultante do aumento da metamioglobina (coloração marrom). Esse fato condiz com o relatado por Ramos

& Gomide (2007), sendo assim, a luminosidade tende a aumentar e a coloração vermelha mais intensa tende a diminuir.

Na Figura 4, estão representadas as curvas das médias do parâmetro a^* para os três tratamentos durante o período de estocagem.

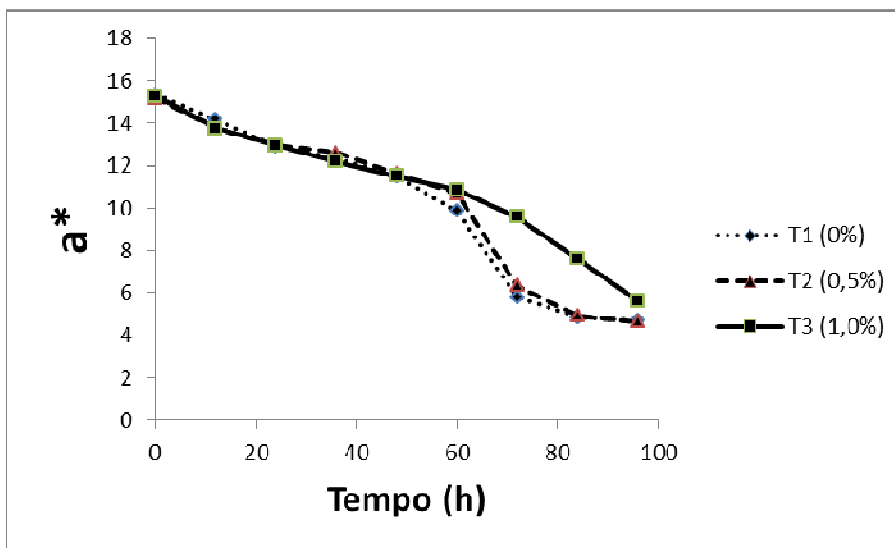


Figura 4 – Médias do parâmetro a^* dos três tratamentos ao longo do período de estocagem em display comercial sob refrigeração.

As médias encontradas para o parâmetro de cor b^* apenas apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) dos tratamentos T1 (0%) e T2 (0,5%) em relação ao T3 (1,0%) das 72 às 84 horas, devido à queda mais acentuada de T1 e T2 no período analisado. Mas, às 96 horas nenhum dos tratamentos diferiu entre si significativamente ($P > 0,05$). De acordo com as médias encontradas, a adição de extrato aquoso de Aroeira não interferiu na intensidade da cor amarela do produto.

Para as médias de b^* encontradas dentro de cada tratamento durante todo período de estocagem, todos os tratamentos apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) ao longo do período experimental, no qual as médias de b^* diminuíram com o passar do tempo de armazenamento sob refrigeração.

Durante o período de armazenamento, um dos motivos que explica as diferenças nas médias de b^* pode ser a intensidade do processo de oxidação, que pode ocasionar no aumento da cor amarela de produtos devido à rancidez (García-Esteban et al., 2004).

TABELA 6 - Médias e desvio padrão do parâmetro b^* das diferentes formulações de bifes reestruturados em relação ao tempo de estocagem.

Tempo (h)	Tratamento		
	T1	T2	T3
0	^A 17,76±0,69 ^a	^A 17,60±0,66 ^a	^A 17,71±0,65 ^a
12	^A 17,80±0,69 ^a	^A 17,58±0,66 ^a	^A 17,33±0,64 ^{ab}
24	^A 17,14±0,66 ^{ab}	^A 17,14±0,65 ^a	^A 17,04±0,63 ^{abc}
36	^A 16,95±0,66 ^{ab}	^A 17,16±0,65 ^a	^A 16,78±0,62 ^{bc}
48	^A 16,69±0,65 ^{bc}	^A 16,83±0,64 ^{ab}	^A 16,79±0,62 ^{bc}
60	^A 16,03±0,62 ^c	^A 16,21±0,61 ^{bc}	^A 16,36±0,60 ^{cd}
72	^A 14,15±0,55 ^d	^A 14,68±0,55 ^{cd}	^B 15,78±0,58 ^d
84	^A 13,97±0,54 ^d	^A 14,28±0,54 ^d	^B 15,04±0,55 ^e
96	^A 14,40±0,56 ^d	^A 14,65±0,55 ^d	^A 14,53±0,53 ^e

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si ($P < 0,05$). T1 – sem adição de EAA (controle); T2 – adicionado de 0,5% de EAA); T3 – adicionado de 1,0% de EAA.

Na Figura 5, estão representadas as curvas das médias do parâmetro b^* para os três tratamentos durante o período de estocagem.

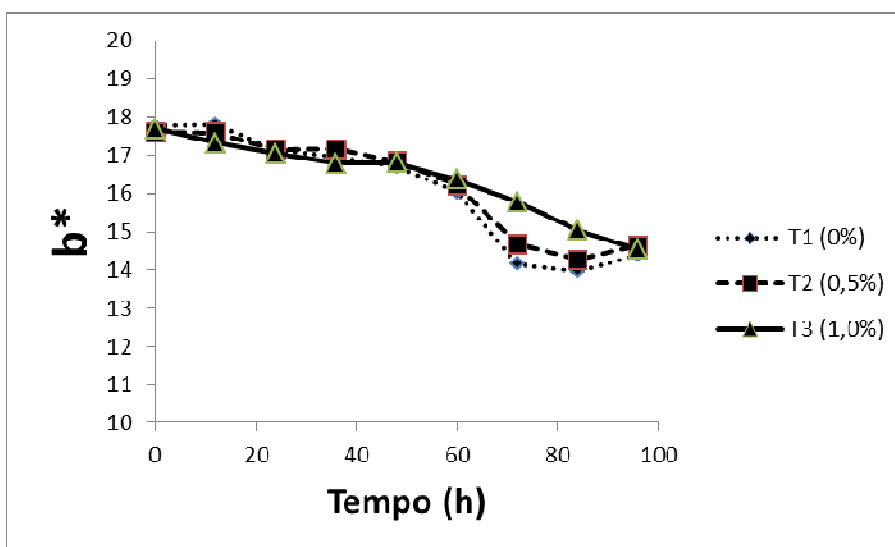


Figura 5 – Médias do parâmetro b^* dos três tratamentos ao longo do período de estocagem em display comercial sob refrigeração.

2.4 – Valores do painel de cor

No painel de cor a ideia é simular a definição do consumidor em qual produto comprar, de acordo com as características que melhor lhe agrada visualmente. A cor é um dos principais atributos relacionados à qualidade do produto, constituindo-se na primeira impressão, e que vem a influenciar na decisão de compra (Hayes et al., 2010).

As médias da característica brilho, intensidade da cor vermelha e descoloração estão apresentadas nas Tabelas 7, 8 e 9, respectivamente.

TABELA 7 - Médias e desvio padrão da característica brilho das diferentes formulações de bifes reestruturados em relação ao tempo de estocagem.

Tempo (h)	Tratamento		
	T1	T2	T3
0	^A 11,49±1,76 ^a	^A 11,47±1,87 ^a	^A 11,87±2,11 ^a
12	^A 10,59±2,01 ^{ab}	^A 10,29±1,96 ^b	^A 10,36±2,15 ^b
24	^A 9,99±2,13 ^{bc}	^A 9,92±2,17 ^{bc}	^A 11,65±2,63 ^b
36	^A 9,33±1,50 ^{cd}	^A 9,19±1,56 ^{cd}	^A 9,27±1,74 ^b
48	^A 8,34±1,26 ^{cd}	^A 8,73±1,39 ^d	^A 8,73±1,49 ^b
60	^A 8,19±1,21 ^d	^A 8,60±1,35 ^d	^A 8,90±1,52 ^b
72	^{AB} 5,06±1,28 ^e	^B 4,86±1,25 ^e	^A 8,03±2,12 ^b
84	^B 2,45±0,59 ^f	^B 2,44±0,60 ^f	^A 4,92±1,24 ^c
96	^A 2,92±0,47 ^f	^A 2,91±0,49 ^f	^A 3,28±0,59 ^d

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si ($P < 0,05$). T1 – sem adição de EAA (controle); T2 – adicionado de 0,5% de EAA; T3 – adicionado de 1,0% de EAA.

Para a característica brilho observou-se que com o passar das horas de estocagem o produto apresentava-se mais claro. Entre tratamentos, apenas às 72 horas observou-se diferença significativa ($P < 0,05$), onde a média de T2 apresentou uma maior queda, diferindo assim do T3, mas não do T1. Posteriormente, às 84 horas, os tratamentos T1 e T2 apresentaram média de brilho que diferiram significativamente ($P < 0,05$) de T3. Já às 96 horas, todos os tratamentos apresentaram-se no mesmo patamar de médias, não diferindo entre si ($P > 0,05$).

Com os resultados apresentados, observou-se que o tratamento com adição de 1,0% de extrato aquoso de Aroeira apresentou melhores resultados

entre às 72-84 horas comparando-o com os demais tratamentos, o que pode influenciar em um tempo maior de prateleira do produto. Provavelmente os tratamentos T1 e T2 já seriam retirados da comercialização às 72 horas.

Nas Figuras 6, 7 e 8 estão representadas as curvas das médias das características brilho, intensidade de cor vermelha e descoloração, respectivamente, para os três tratamentos durante o período de estocagem.

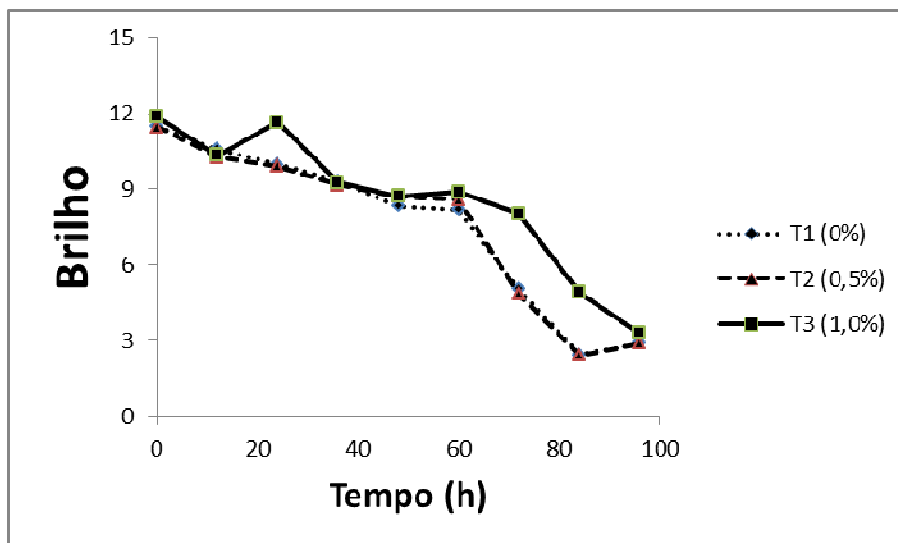


Figura 6 – Médias da característica brilho dos três tratamentos ao longo do período de estocagem em display comercial sob refrigeração.

Com relação ao passar do tempo dentro de cada tratamento, o tratamento T3 mostrou melhor estabilidade da característica brilho. O T3 diferiu significativamente ($P < 0,05$) de 0 às 12 horas, mas mostrou ser estável das 12 às 72 horas, o que é de suma importância para a qualidade do produto. Os demais tratamentos (T1 e T2) apresentaram resultados semelhantes durante o tempo de estocagem.

Para a característica de intensidade da cor vermelha, o comportamento foi muito semelhante ao observado na característica brilho. O tratamento T3 diferiu significativamente ($P < 0,05$) dos demais tratamentos das 72 às 84 horas, mas não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) ao final do período experimental. Com relação a cada tratamento durante o tempo, também de forma semelhante à característica brilho, os resultados para intensidade da cor vermelha foram decrescendo significativamente para os tratamentos T1 e T2, enquanto o

tratamento T3 apresentou ser o mais estável, quanto à característica observada, das 12 às 72h, não diferindo significativamente ($P>0,05$) neste período.

TABELA 8 - Média e desvio padrão da característica intensidade da cor vermelha das diferentes formulações de bifes reestruturados em relação ao tempo de estocagem.

Tempo (h)	Tratamento		
	T1	T2	T3
0	^A 11,73±2,04 ^a	^A 11,43±1,99 ^a	^A 11,85±2,06 ^a
12	^A 10,73±2,12 ^{ab}	^A 10,44±2,06 ^b	^A 10,19±2,02 ^b
24	^A 10,22±2,02 ^{bc}	^A 10,14±2,01 ^{bc}	^A 10,31±2,04 ^b
36	^A 9,75±1,80 ^{cd}	^A 9,60±1,77 ^{cd}	^A 9,62±1,78 ^b
48	^A 8,70±1,48 ^d	^A 8,80±1,50 ^{cd}	^A 8,75±1,49 ^b
60	^A 7,83±1,36 ^d	^A 8,23±1,43 ^d	^A 8,85±1,54 ^b
72	^B 4,44±1,30 ^e	^{AB} 5,06±1,49 ^e	^A 8,12±2,39 ^b
84	^B 2,21±0,68 ^f	^B 2,27±0,70 ^f	^A 5,02±1,55 ^c
96	^A 2,59±0,69 ^f	^A 2,57±0,68 ^f	^A 3,23±0,86 ^d

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si ($P<0,05$). T1 – sem adição de EAA (controle); T2 – adicionado de 0,5% de EAA; T3 – adicionado de 1,0% de EAA.

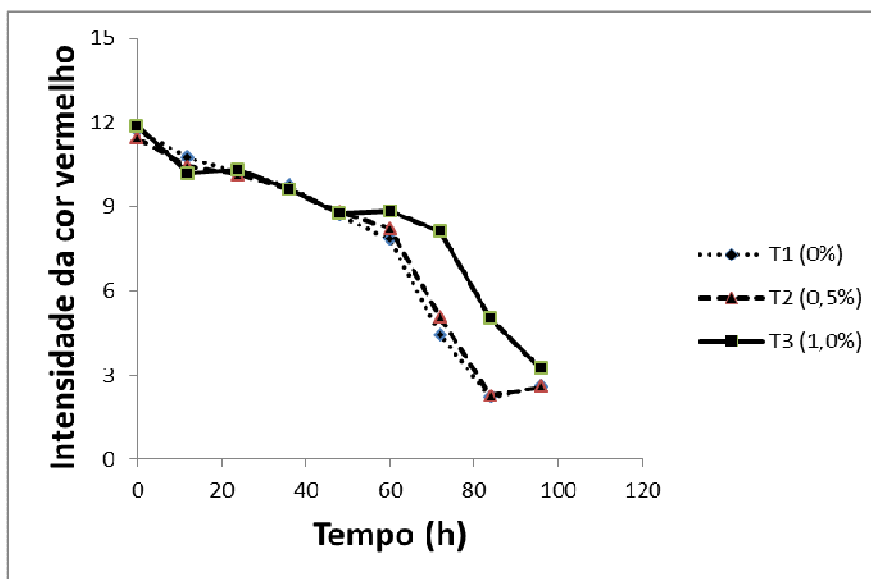


Figura 7 – Médias da característica intensidade de cor vermelha dos três tratamentos ao longo do período de estocagem em display comercial sob refrigeração.

Com esses resultados encontrados, pode-se dizer que para o consumidor a relação entre brilho e intensidade da cor vermelha está diretamente relacionada.

Quando há descréscimo na intensidade da cor vermelha, conseqüentemente há diminuição no brilho do produto, segundo os julgadores treinados. E, como observado, o tratamento T3, adicionado de 1,0% de extrato aquoso de Aroeira apresentou melhores resultados para as duas características.

Com relação à característica de descoloração do produto, não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos de 0 às 48 horas, quando foi observado o início da descoloração do produto. A partir das 60 horas, o tratamento T1 ($0,54\pm 0,32$) apresentou diferença significativa ($P<0,05$) em relação ao T3 ($0,02\pm 0,01$). Das 72 às 84 horas o tratamento T3 apresentou diferença significativa ($P<0,05$) com relação aos demais tratamentos, demonstrando que a adição de 1,0% de extrato aquoso de Aroeira, nesse intervalo de tempo, foi eficaz no retardo da descoloração do produto.

Ao passar das horas dentro de cada tratamento, as médias de T1 foram diferentes ($P<0,05$) a partir das 60 horas, mais cedo que o tratamento T2, que começou a diferir significativamente ($P<0,05$) a partir das 72 horas, e este mais cedo que o tratamento T3, que começou a diferir significativamente ($P<0,05$) a partir das 84 horas. Sendo assim, os melhores resultados quanto ao retardo da descoloração do produto foram respectivamente, adição de 1,0% de extrato aquoso (T3), adição de 0,5% de extrato aquoso (T2) e controle (T1).

TABELA 9 - Médias e desvio padrão da descoloração das diferentes formulações de bifes reestruturados em relação ao tempo de estocagem.

Tempo (h)	Tratamento		
	T1	T2	T3
0	^A 0,00±0,00 ^a	^A 0,00±0,00 ^a	^A 0,00±0,00 ^a
12	^A 0,00±0,00 ^a	^A 0,00±0,00 ^a	^A 0,00±0,00 ^a
24	^A 0,00±0,00 ^a	^A 0,00±0,00 ^a	^A 0,00±0,00 ^a
36	^A 0,00±0,00 ^a	^A 0,00±0,00 ^a	^A 0,00±0,00 ^a
48	^A 0,15±0,02 ^a	^A 0,06±0,03 ^a	^A 0,02±0,01 ^a
60	^B 0,54±0,32 ^b	^{AB} 0,24±0,10 ^a	^A 0,02±0,01 ^a
72	^B 4,69±1,18 ^c	^B 3,50±1,31 ^b	^A 0,02±0,01 ^a
84	^B 8,35±1,94 ^d	^B 8,47±2,76 ^c	^A 3,74±0,69 ^b
96	^B 7,23±1,71 ^d	^{AB} 7,12±2,37 ^c	^A 6,53±1,09 ^c

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si ($P<0,05$). T1 – sem adição de EAA (controle); T2 – adicionado de 0,5% de EAA; T3 – adicionado de 1,0% de EAA.

A tendência é que o produto cárneo, com o passar das horas, apresente maior descoloração, devido à diminuição do teor de mioglobina e oximioglobina, e resultante do aumento da metamioglobina (coloração amarronzada).

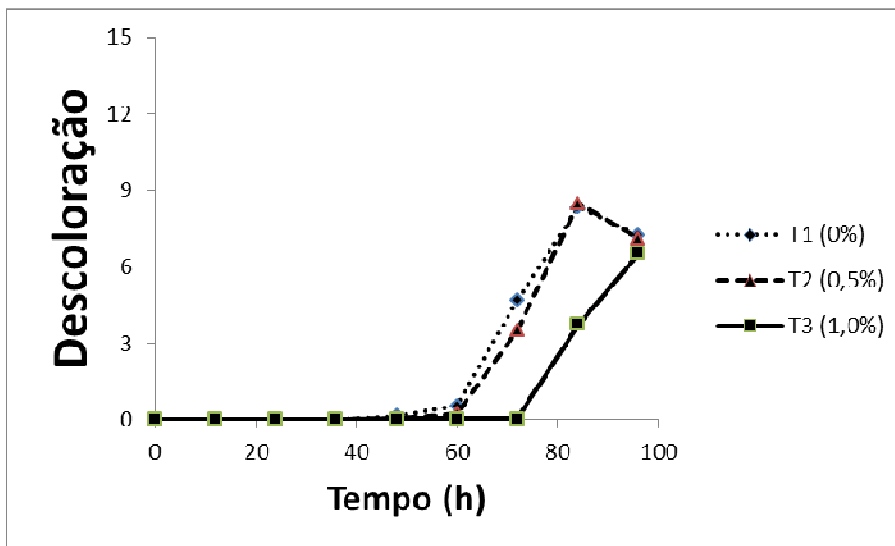


Figura 8 – Médias da característica descoloração dos três tratamentos ao longo do período de estocagem em display comercial sob refrigeração.

2.5 – Valores do painel sensorial

Os resultados da avaliação sensorial por julgadores treinados podem ser vistos na Tabela 10. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) nos atributos avaliados quanto a maciez, coesão e sabor, considerando que estas características apresentaram resultados satisfatórios e a adição do extrato aquoso de Aroeira não interferiu no resultado.

Com relação à rancidez, não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos. Com relação ao tempo dentro de cada tratamento, os julgadores analisaram que no tratamento T2 às 96 horas ($4,62\pm 2,67$) houve diferença significativa ($P<0,05$) em relação ao tempo 0 ($1,70\pm 0,98$). Isto significa que dentro deste tratamento a rancidez do produto foi perceptível aos julgadores. Quanto aos demais tratamentos não houve diferença significativa ($P>0,05$) para rancidez nos diferentes tempos.

TABELA 10 - Média e desvio padrão das características sensoriais maciez, coesão, sabor, rancidez, azedo e apimentado das diferentes formulações de bifes reestruturados em relação ao tempo de estocagem.

Características	Tempo (h)	Tratamento		
		T1	T2	T3
MACIEZ	0	^A 8,28±0,52 ^a	^A 8,89±0,56 ^a	^A 8,94±0,57 ^a
	36	^A 9,40±0,59 ^a	^A 8,96±0,57 ^a	^A 9,00±0,57 ^a
	96	^A 9,42±0,60 ^a	^A 8,71±0,55 ^a	^A 9,13±0,58 ^a
COESÃO	0	^A 8,83±1,01 ^a	^A 8,84±1,01 ^a	^A 9,11±1,04 ^a
	36	^A 9,68±1,10 ^a	^A 8,37±0,95 ^a	^A 9,53±1,08 ^a
	96	^A 9,47±1,08 ^a	^A 9,79±1,11 ^a	^A 9,79±1,12 ^a
SABOR	0	^A 8,81±1,84 ^a	^A 7,51±1,08 ^a	^A 6,75±0,63 ^a
	36	^A 8,10±1,69 ^a	^A 7,69±1,11 ^a	^A 7,61±0,71 ^a
	96	^A 7,40±1,54 ^a	^A 7,68±1,11 ^a	^A 7,61±0,71 ^a
RANCIDEZ	0	^A 2,00±1,15 ^a	^A 1,70±0,98 ^a	^A 2,21±1,28 ^a
	36	^A 2,20±1,27 ^a	^A 2,31±1,33 ^{ab}	^A 2,15±1,24 ^a
	96	^A 4,62±2,67 ^a	^A 4,62±2,67 ^b	^A 4,57±2,64 ^a
AZEDO	0	^A 0,15±0,03 ^a	^A 0,27±0,03 ^a	^A 0,54±0,04 ^a
	36	^A 0,57±0,04 ^{ab}	^A 0,37±0,04 ^{ab}	^A 1,24±0,06 ^b
	96	^A 1,28±0,06 ^b	^A 1,16±0,06 ^b	^A 1,55±0,07 ^a
APIMENTADO	0	^A 0,28±0,08 ^a	^B 2,94±0,26 ^a	^B 5,57±0,43 ^a
	36	^A 0,67±0,11 ^a	^{AB} 3,12±0,27 ^a	^B 5,50±0,43 ^a
	96	^A 1,64±0,17 ^a	^A 1,21±0,15 ^a	^A 4,41±0,36 ^a

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, para cada característica, não diferem entre si ($P < 0,05$). T1 – sem adição de EAA (controle); T2 – adicionado de 0,5% de EAA; T3 – adicionado de 1,0% de EAA.

Em relação ao sabor azedo, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos. As médias para sabor azedo no tratamento T3 não diferiram significativamente ($P > 0,05$) durante o tempo. Já com relação ao tempo dentro de cada tratamento, T1 e T2 se comportaram de forma semelhante, apresentando diferença significativa ($P < 0,05$) entre o tempo 0 e o tempo 96.

Desta forma, pode-se concluir que a adição de 1,0% de extrato aquoso de Aroeira (T3) tornou o sabor azedo mais perceptível aos julgadores durante todo o

período experimental, enquanto nos demais tratamentos (T1 e T2) apenas percebeu-se um sabor azedo mais pronunciado às 96 horas.

Para o sabor apimentado, o tratamento T1 apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) dos demais tratamentos no tempo 0, com médias respectivas para T1, T2 e T3 de $0,28 \pm 0,08$, $2,94 \pm 0,26$ e $5,57 \pm 0,43$. Às 36 horas o tratamento T1 apenas diferiu significativamente ($P < 0,05$) de T3, e no final do período experimental, às 96 horas, nenhum dos tratamentos diferiu significativamente entre si ($P > 0,05$).

O tratamento T3, adicionado de 1,0% de extrato aquoso de Aroeira, apresentou sabor mais apimentado que o tratamento T1 (sem adição de extrato). Foi observado que durante as análises não houve rejeição do produto adicionado de 1% de extrato. O sabor apimentado da Aroeira já era de se esperar, já que a Aroeira é um fruto utilizado como condimento na culinária mundial devido ao seu sabor levemente apimentado, o que traz um toque especial aos pratos.

Os resultados da análise sensorial demonstraram que as adições de extrato aquoso de Aroeira, apesar de diferir significativamente ($P < 0,05$) entre os tratamentos T1 e T3 no atributo de sabor apimentado, não influenciaram nas características sensoriais dos bifes bovinos reestruturados.

2.6 – Valores de TBARS

As médias de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), expressos em mg de malonaldeído por kg de amostra (mg MDA/kg) estão apresentadas na Tabela 11.

Uma das análises utilizadas para calcular o nível de oxidação lipídica de um produto é o teste para quantificar especificamente um dos principais produtos formados durante o processo oxidativo, o malonaldeído. Foram encontradas médias de TBARS na faixa entre $0,599 \pm 0,195$ e $0,754 \pm 0,142$ durante todo o tempo de estocagem.

Para as médias de TBARS encontradas, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$) e os tempos ($P > 0,05$). Os resultados demonstram que as concentrações de extrato aquoso de Aroeira adicionadas ao tratamento 2 (0,5%) e tratamento 3 (1,0%) não proporcionaram melhores resultados nas amostras quando comparadas ao tratamento controle (sem adição de extrato).

Apesar do tratamento 3 ter apresentado menor valor médio de TBARS às 96 horas, não houve efeito significativo ($P>0,05$) em relação aos demais tratamentos.

TABELA 11 - Médias e desvio padrão do número de TBARS das diferentes formulações de bifes reestruturados em relação ao tempo de estocagem.

Tempo (h)	Tratamento		
	T1	T2	T3
0	^A 0,599±0,195 ^a	^A 0,609±0,076 ^a	^A 0,627±0,081 ^a
36	^A 0,675±0,082 ^a	^A 0,677±0,136 ^a	^A 0,638±0,137 ^a
96	^A 0,754±0,142 ^a	^A 0,715±0,246 ^a	^A 0,689±0,250 ^a

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si ($P<0,05$). T1 – sem adição de EAA (controle); T2 – adicionado de 0,5% de EAA; T3 – adicionado de 1,0% de EAA.

Em relação ao tempo dentro de cada tratamento, não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as médias encontradas para cada tempo. Portanto, as adições de extrato aquoso de Aroeira, no T2 (0,5% de extrato) e no T3 (1,0% extrato), não foram eficientes o bastante para retardar significativamente a oxidação do produto.

Babji et al. (1998) relataram que estudos têm apresentado um aumento nos valores de TBARS com o aumento da estocagem, até certo ponto, e posteriormente ocorre uma redução desses valores. Liu et al. (2009), trabalhando com linguiça frescal de frango mantida sob refrigeração a 7 °C, relataram um aumento nos valores de TBARS nos primeiros três dias de armazenamento, seguido por uma redução gradual destes índices até o final do período de 14 dias de armazenamento. Mas, como neste presente trabalho os bifes bovinos reestruturados eram mantidos sob refrigeração controlada de 2,0±1,0 °C e o período experimental foi de somente 4 dias (96 horas), os valores de TBARS não chegaram a apresentar redução de seus valores ao longo do período.

Chouliara et al. (2006), analisando peitos de frango armazenados a 4°C e adicionados de óleo essencial de orégano, encontraram aumento no número de TBARS de 0,28 a 0,58 mg MDA/kg do produto do 1º ao 6º dia de estocagem.

Segundo O'Neill et al. (1998), valores de TBARS entre 0,5 e 2,0 mg MDA/kg de amostra já apresentam alterações sensoriais perceptíveis de aroma de ranço em carnes. Trindade et al. (2008), relataram que odores de ranço podem

ser detectados por provadores treinados e não treinados na faixa de 0,5-1,0 e 0,6-2,0 mg malonaldeído/kg amostra, respectivamente.

Na Figura 9 estão representadas as curvas das médias do número de TBARS para os três tratamentos durante o período de estocagem.

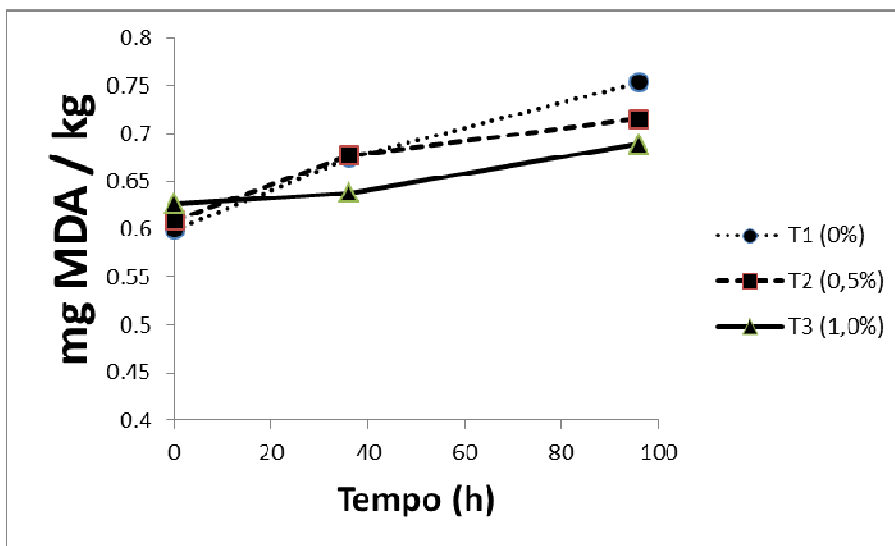


Figura 9 - Médias do número de TBARS dos três tratamentos ao longo do período de estocagem em display comercial sob refrigeração.

As médias de TBARS encontradas neste presente trabalho apresentavam-se entre $0,599 \pm 0,195$ e $0,754 \pm 0,142$, o que já foi perceptível sensorialmente pelos julgadores treinados com relação à característica de rancidez. Apesar disso, as médias dos três tratamentos não atingiram o nível considerado como prejudicial à saúde, que é a partir de 1,59 mg MDA/Kg de amostra (TORRES & OKANI, 1997).

CONCLUSÕES

A adição de extrato aquoso de Aroeira não influencia o pH e não retarda o crescimento de micro-organismos aeróbicos mesófilos, em bifes bovinos reestruturados sob refrigeração.

A adição de 1,0% de extrato aquoso de Aroeira retarda a diminuição da qualidade de cor com relação a brilho, intensidade de vermelho e descoloração do

produto, e dos parâmetros L*, a* e b*, após as 72 horas, em bifes bovinos reestruturados sob refrigeração.

A adição de 1,0% de extrato aquoso de Aroeira aumenta o sabor apimentado em bifes bovinos reestruturados sob refrigeração, mas não afeta a aceitação no produto.

Não houve retardo da oxidação lipídica com a adição de extrato aquoso de Aroeira em bifes bovinos reestruturados sob refrigeração, durante as 96 horas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adhikari, K.; Chambers IV, E.; Miller, R. et al. (2011) Development of a lexicon for beef flavor in intact muscle. *Journal of Sensory Studies*, 26 (2011), pp. 413–420.
- AMSA. (1995) Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation, and Instrumental Tenderness Measurements of Fresh Meat. *Amer. Meat Sci. Assoc.*, Chicago, IL.
- Babji, A. S. et al. (1998) Quality of mechanically deboned chicken meat frankfurter incorporated with chicken skin. *International Journal Food Sciences Nutrition*, Basingstoke, v. 49, n. 5, p. 319-326.
- Bernardes, N. R. (2014) *Schinus terebinthifolius, Raddi: Atividade Antioxidante e Potencial Biológico*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes/RJ - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 100p.
- Bressan, C.; Prado, O.V.; Pérez, J.R.O. et al. (2001) Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 21, n. 3, p. 293-303.
- Chouliara, I.; Samelis, J.; Kakouri, A. et al. (2006) Effect of irradiation of frozen meat/fat trimmings on microbiological and physicochemical quality attributes of dry fermented sausages. *Meat Science*, Oxford, v.74, n.2, p.303-311.
- Fellows, P.J. (2006) *Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e práticas*. São Paulo: Artmed.
- García-Esteban, M.; Ansorena, D.; Astiasarán, I. (2004) Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of

- dry-cured ham: effects on colour, texture and microbiological quality. *Meat Science*, v. 67, n. 1, p. 57-63.
- Georgantelis, D. et al. (2007) Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. *Meat Science*, v.75, n. 2, p.256-64.
- Giatrakou, V.; Ntzimani, A.; Savvaidis, I. N. (2010) Effect of chitosan and thyme oil on a ready to cook chicken product. *Food Microbiology*, v. 27, p. 132-136.
- Gray, J. J., Gomaa, E. A., Buckley, D. J. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, 43(Suppl.), S111–S123.
- Han J. & Rhee K.S. (2005) Antioxidant properties of selected Oriental non-culinary/nutraceutical herb extracts as evaluated in raw and cooked meat. *Meat Science*, 70, pp. 25–33.
- Hayes, J. E. et al. (2010) Evaluation of the effects of selected phytochemicals on quality indices and sensorial properties of raw and cooked pork stored in different packaging systems. *Meat Science*, v. 85, p. 289-296.
- Jay, J. M. (2005) *Microbiologia de alimentos*. Porto Alegre: Artmed, p. 711.
- Liu, H. W., Gai, F., Gasco, L., Brugiapagila, A., Lussiana, C., Guo, K. J., Tong, J. M., and Zoccarato, I. (2009) Effect of chestnut tannins on carcass characteristics, meat quality, lipid oxidation and fatty acid composition of rabbits. *Meat Science*. 83:678-683.
- Olivo, R. & Olivo, N. (2005) *O mundo das carnes: ciência, tecnologia & mercado*. 2 ed. Criciúma: Ed. do autor. 214 p.
- O’neill, L.M. et al. (1998) Inhibition of lipid oxidation in chicken by cernosine and dietary α - tocopherol supplementation and its determination by derivate spectrophotometry. *Meat science*. v.50. p. 479-488.
- Ordóñez, J.A. (2005) *Tecnologia de Alimentos: Componentes dos Alimentos e Processos*. Porto Alegre: Artmed.
- Ramos, E. M.; Gomide, L. A. M. (2007) *Avaliação da Qualidade de Carnes: fundamentos e metodologias*. Viçosa: Ed. UFV, 599 p.
- SAS Institute (1999). SAS Software. SAS Institute, Cary, North Carolina.
- Terra, N.N. & Brum, M.A.R. (1988) *Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade*. São Paulo: Nobel, 121p.
- Torres, E.A.F.S.; Okani, E.T. (1997) Teste de TBA: ranço em alimentos. *Revista Nacional da Carne*, n.243: p.68-78.
- Trindade, M. A.; Nunes, T. P.; Contreras-Castillo; Felício, P. E. (2008) Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha

mecanicamente separada e adicionada de antioxidantes durante período de armazenamento a -18°C . *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 1, p. 160-168.

EFEITOS DA ADIÇÃO DE EXTRATO AQUOSO DE AROEIRA (*SCHINUS terebinthifolius*, RADDI) EM LINGUIÇA FRESCAL SUÍNA CONGELADA

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito da adição do extrato aquoso de Aroeira (EAA) comparado ao efeito do antioxidante sintético. A linguiça frescal suína foi preparada com pernil suíno e toucinho suíno sem pele, no qual foram elaborados quatro tratamentos (T1 – adicionado de eritorbato de sódio; T2 – adicionado de 0,25% de EAA; T3 – adicionado de 0,5% de EAA; T4 – adicionado de 1,0% de EAA), embalados a vacuo e mantidos sob congelamento (-18 °C) durante o período experimental. Foram realizadas análises quanto a composição centesimal, pH, atividade de água (aW), análise instrumental de cor (L*, a* e b*) e número de TBARS. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com as análises estatísticas realizadas utilizando-se o PROC MIXED (SAS, 1999). Os tratamentos não diferiram significativamente entre si (P>0,05) quanto à composição centesimal. Quanto ao pH, o tratamento T4 apresentou, durante a maior parte do tempo as menores médias, diferindo (P<0,05) dos demais tratamentos. Os tratamentos não diferiram entre si (P>0,05) quanto à atividade de água. Para o parâmetro L*, os tratamentos diferiram entre si significativamente (P<0,05) durante todo o período experimental, no qual T1 e T2 apresentaram as menores médias para o parâmetro L*, durante grande parte do

período experimental. Com relação ao parâmetro a^* , os tratamentos T1 e T2 apresentaram maiores e melhores médias para a cor vermelha diferindo significativamente ($P < 0,05$) dos demais tratamentos em quase todos os tempos analisados. T4 apresentou as menores médias de b^* , diferindo significativamente dos demais tratamentos. O tratamento T4, apesar de não ter apresentado as melhores médias para os parâmetros L^* , a^* e b^* , demonstrou uma melhor estabilidade das médias, apresentando menor variação. Os tratamentos com 0,25% e 0,5% de EAA apresentaram efeito antioxidante similar ao tratamento adicionado de Eritorbato de sódio. Já o tratamento adicionado de 1,0% de EAA, apresentou os melhores resultados quanto ao retardo da oxidação lipídica, o que ocasiona uma maior vida de prateleira à linguiça frescal.

Palavras-chave: antioxidante, congelamento, cor, vida de prateleira, TBARS.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of adding the aqueous extract of Brazilian Pepper (AEBP) compared to the effect of synthetic antioxidant. The fresh pork sausage was prepared with ham pork and pork bacon without skin, which were drawn up four treatments (T1 - added sodium erythorbate, T2 - added 0.25% AEBP, T3 - added 0.5% AEBP, T4 - with 1.0% of AEBP), vacuum packed and kept in a freezer (-18 °C) during the trial period. Analyzes on proximate composition were taken, pH, water activity (a_w), instrumental color (L^* , a^* and b^*) and TBARS values. The experimental design was completely randomized, using the MIXED procedure (SAS, 1999). The treatments did not differ significantly ($P > 0.05$) on the chemical composition. As for pH, T4 treatment showed for most of the time the smaller values, differing ($P < 0.05$) than the other treatments. The treatments did not differ ($P > 0.05$) on the water activity. To the L^* parameter, treatments differed significantly ($P < 0.05$) during the entire experimental period, in which T1 and T2 showed the highest values, for much of the experimental period. With respect to the a^* parameters, T1 and T2 treatment showed higher and better values for red color significantly different ($P < 0.05$) from other treatments in almost

all the analyzed time. T4 had the lowest b^* values, differing from the other treatments. The T4 treatment, despite not having presented the best values for the parameters L^* , a^* and b^* , showed better stability of values, with less variation. The treatment with 0.25% and 0.5% AEBP showed similar antioxidant effects added to the sodium erythorbate treatment. Although the treatment with 1.0% of AEBP, presented the best results in retarding lipid oxidation, which causes a longer shelf life to frescal sausage.

Keywords: antioxidant, color, freezing, shelf life, TBARS.

INTRODUÇÃO

A fabricação de produtos cárneos embutidos tem sido a saída da indústria cárnea no aproveitamento de cortes menos nobres, agregando-os valor comercial. Mas, um dos grandes problemas, é que se trata de um produto mais exposto à contaminação e à oxidação lipídica, pois a matéria-prima utilizada em sua fabricação necessita de maior processamento e manipulação, o que pode favorecer à sua diminuição da vida de prateleira.

A oxidação lipídica é um dos grandes problemas na indústria da carne. Em níveis avançados ela pode provocar a deterioração dos atributos nutricionais e ocasionar sabor e odor desagradável nos alimentos durante o processamento e a armazenagem (Kubow, 1993).

O método de conservação por congelamento é um dos métodos mais utilizados na busca pelo aumento da vida útil do produto. Trata-se de um método que utiliza temperaturas abaixo de 0°C . Sua ação sobre os alimentos é retardar, mas não cessar, as reações físico-químicas e bioquímicas que levam à deterioração dos alimentos (George, 1993). Embora o método de conservação por congelamento seja útil, quando utilizado em longo prazo, o alimento pode apresentar diminuição da tonalidade da cor e aumento de odor e gosto desagradável.

Uma das saídas para minimizar a incidência de oxidação lipídica é a utilização de antioxidantes, que tendem a retardar tais processos de deterioração

da carne, apresentando efeito subsequente de aumento de vida de prateleira do produto.

Os antioxidantes sintéticos são amplamente utilizados pela indústria, mas estes, quando utilizados em doses elevadas, podem exercer função cancerígena (Fellenberg & Speisky, 2006). Além do mais, devido à conscientização da população sobre os efeitos dos antioxidantes sintéticos, a imagem do produto natural traz ao produto um maior valor agregado e maior aceitabilidade.

A busca por produtos à base de aditivos de fontes naturais tem intensificado, fazendo-se necessários estudos que venham a analisar as diversas fontes de antioxidantes naturais que a flora brasileira dispõe.

No presente trabalho, a espécie estudada foi a *Schinus terebinthifolius* Raddi, que é popularmente conhecida como Aroeira ou pimenta rosa. Trata-se de uma árvore com frutos que quando maduros apresentam coloração vermelha. As sementes são de coloração marrom-escura, medindo em torno de 0,4 a 0,6 milímetros de diâmetro (Muniz, 2015). Estes frutos são muito utilizados como condimento em várias receitas por apresentar traços da substância pinenos, provável substância responsável pela propriedade picante da aroeira (Schvartsman, 1979).

Compostos fenólicos são encontrados no fruto da aroeira, o que tem sido explorado pelas indústrias, pois estes compostos contribuem para a estabilidade lipídica (Maestroduran et al., 1994).

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a vida de prateleira da linguiça frescal suína congelada adicionada de extrato aquoso de Aroeira (*Schinus terebinthifolius*, Raddi), quanto a seu pH, atividade de água (aw), análise instrumental de cor e número de TBARS.

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 – Preparo do extrato aquoso e fabricação da Linguiça Frescal Suína

O extrato aquoso foi preparado segundo metodologia apresentada por Bernardes (2014). Primeiramente os frutos de Aroeira (*Schinus terebinthifolius*,

Raddi) foram colhidos, lavados e pesados, depois, em um mixer, os frutos foram misturados juntamente com água, na proporção de 1:1. Após este processo, o suco formado foi congelado e posteriormente liofilizado, adquirindo-se o extrato aquoso de Aroeira.

A fabricação da linguiça frescal foi realizada no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), campus Alegre, localizado no distrito de Rive, em Alegre/ES e as análises experimentais foram realizadas na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), no Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA), localizado em Campos dos Goytacazes/RJ.

As amostras de linguiça frescal foram preparadas, segundo a recomendação do Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, no setor de Agroindústria do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes). A matéria-prima básica era composta por pernil suíno, adquirido congelado na rede de supermercados do Município de Campos dos Goytacazes/RJ, e toucinho suíno sem pele, adquirido congelado na própria Agroindústria do Ifes. Antes do início do processamento das amostras, o pernil e o toucinho suíno foram divididos em quatro lotes (referentes aos quatro tratamentos experimentais), descongelados lentamente sob refrigeração com temperatura controlada entre 2 °C a 4 °C, durante 24h. Após o descongelamento, o pernil suíno foi desossado e retirada toda gordura intermuscular, e juntamente com o toucinho sem pele foram cortados em cubos e estocados sob temperatura de aproximadamente 4°C. Em seguida, para cada lote, a carne foi moída em um moedor de carne (Marca Talleres Ramon, modelo 20), sendo posteriormente moído o toucinho, e todo o material moído foi colocado em bandeja para que fossem misturados manualmente com os condimentos e aditivos. O tratamento 1 (T1) - adicionado de Eritorbato de sódio e 0% de Extrato Aquoso de Aroeira (EAA), o tratamento 2 (T2) foi adicionado de 0,25% de EAA, o tratamento 3 (T3) foi adicionado de 0,50% de EAA e o tratamento 4 (T4) foi adicionado de 1,0 % de EAA, conforme a Tabela 1. Após a incorporação dos sais de cura e EAA, as massas das linguiças frescas foram colocadas novamente em bandejas, identificadas, tampadas e mantidas sob refrigeração (2-4°C) por 1 hora. O processo de embutimento da massa foi realizado em embutidora manual, utilizando tripa natural de ovino de médio calibre (~36 mm), adquirida na própria instituição. Em seguida, as amostras foram embaladas a vacuo em sacos de

polietileno, identificadas e estocadas em câmara frigorífica a -18°C , até o momento das análises experimentais nos seus devidos tempos. Antes de cada análise as amostras foram mantidas sob refrigeração ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) para descongelamento lento.

Tabela 1 – Formulação da linguiça frescal de carne suína para cada tratamento.

Ingredientes (%)	Tratamento			
	T1 (ES + 0%)	T2 (0,25%)	T3 (0,5%)	T4 (1,0%)
Carne suína	72,965	72,940	72,890	72,790
Toucinho (Gordura)	20	20	20	20
Sal (NaCl)¹	2,2	2,2	2,2	2,2
Açúcar²	0,095	0,095	0,095	0,095
Água	4,7	4,7	4,7	4,7
Nitrito de Sódio³	0,015	0,015	0,015	0,015
Extrato Aquoso de Aroeira*	-	0,05	0,1	0,2
Eritorbato de Sódio⁴	0,025	-	-	-

¹Sal de cozinha Cisne®; ²Açúcar mascavo Vitao®; ³Sal de Cura Griffith®; ⁴Antioxidante Griffith®.

*A porcentagem de Extrato Aquoso de Aroeira é baseada na quantidade de gordura adicionada aos tratamentos. T1 – tratamento adicionado de Eritorbato de Sódio (ES) e 0% de EAA; T2 – tratamento adicionado de 0,25% de EAA; T3 – tratamento adicionado de 0,50% de EAA; T4 – tratamento adicionado de 1,0% de EAA.

2.2 – Composição Centesimal

As análises de composição centesimal foram realizadas ao início do período experimental.

2.2.1 - Umidade

Pode-se considerar a umidade como sendo a perda de massa (em porcentagem) obtida após a dessecação do produto em tempo e temperatura predeterminados. O teor de umidade foi determinado segundo metodologia descrita pela AOAC (2000).

Os cadinhos de porcelanas foram secos na estufa durante 15 minutos, sendo posteriormente transferidos para o dessecador, onde permaneceram até atingirem temperatura próxima à ambiente. A massa de cada cadinho foi determinada utilizando-se balança analítica. Após a homogeneização da amostra, 5 g de amostra foram colocados no cadinho e tarado, e posteriormente alocados

em estufa a 105 °C durante 3 horas. Decorrido o tempo estabelecido, o cadinho contendo a amostra foi colocado em dessecador, até atingir a temperatura ambiente, e pesou-se até o valor da massa ser constante. O teor em umidade foi determinado por gravimetria, de acordo com a fórmula:

$$\text{Umidade (\%)} = (100 \times N) / M_{\text{am}}$$

onde: N = perda de massa em gramas [(cadinho + amostra úmida) – (cadinho + amostra seca)]; M_{am} = massa da amostra em gramas.

2.2.2 – Proteína Bruta

A proteína total foi determinada pelo método de Kjeldhal, segundo metodologia descrita pela AOAC (2000), que se baseia na determinação do nitrogênio total da amostra. O método se baseia em três etapas: digestão, destilação e titulação, onde a matéria orgânica é decomposta e o nitrogênio existente é finalmente transformado em amônia.

As amostras de linguiça frescal foram homogeneizadas e coletadas aproximadamente 2 g de amostra, e depois colocada em tubo de macro Kjeldhal. Posteriormente adicionou-se 15 g da mistura catalítica de sulfato de potássio e sulfato de cobre e adicionou-se 25 ml de ácido sulfúrico concentrado. O tubo foi colocado no bloco digestor até que ocorresse a completa digestão da amostra. Após a digestão, o tubo foi retirado do bloco digestor e esperou-se atingir a temperatura ambiente para posteriormente ser adicionado 100 ml de água destilada e levá-lo ao destilador. Em um erlenmeyer de 250 ml foi adicionado 50 ml de solução de ácido bórico, sendo este erlenmeyer colocado no destilador. Foi adicionado ao tubo de Kjeldhal 75 ml de NaOH 50%, lentamente devido à reação, logo após o ligamento do aparelho, e a mistura contendo a amostra digerida foi destilada até atingir o volume de 100 ml no erlenmeyer de coleta. Posteriormente o destilado foi titulado HCl 0,1 N até que fosse atingida a coloração rosa choque. Para o cálculo de proteína total utilizou-se o fator de conversão nitrogênio/proteínas de 6,25. Foi feito um branco e todas as análises foram realizadas em duplicata.

2.2.3 – Lipídios

A fração lipídica das amostras foi calculada segundo extração pelo método de Bligh e Dyer (1959). As amostras de linguiça frescal foram previamente homogeneizadas e 5 g foram colocados em um erlenmeyer de 250 mL, também sendo adicionado 25 mL de metanol, 12,5 mL de clorofórmio e 5 mL de água destilada. O material foi agitado e em seguida, foram adicionados mais 12,5 mL de clorofórmio e 12,5 mL de solução de sulfato de sódio 1,5%. Novamente o material foi agitado e deixado em repouso para que ocorresse a separação das camadas bifásicas para então poderem ser filtrados, utilizando-se papel filtro com sulfato de sódio anidro, para remover a água. O filtrado foi colocado em cadinho de porcelana, previamente seco e pesado, e levado à estufa onde permaneceu por 24 horas, a 105 °C. Após a evaporação dos solventes, colocou-se o cadinho no dessecador até que atingisse temperatura ambiente, pesando-o em seguida em balança analítica. A análise foi realizada em duplicata.

2.2.4 - Cinzas

As cinzas (matéria mineral) foram determinadas segundo metodologia descrita por AOAC (2000). Os cadinhos de porcelanas foram secos na estufa durante 15 minutos, sendo posteriormente transferidos para o dessecador, onde permaneceram até atingirem temperatura próxima à ambiente. A massa de cada cadinho foi determinada utilizando-se balança analítica. Utilizando uma balança analítica, cinco gramas da amostra homogeneizada foi alocada no cadinho de porcelana, previamente pesado e tarado. Os cadinhos contendo as amostras foram colocados na mufla, e esta foi gradativamente aquecida até atingir 550°C, no qual se manteve por 5 horas. Posteriormente ao processo, esperou-se a mufla diminuir sua temperatura, para que os cadinhos com as amostras fossem colocados no dessecador até atingirem temperatura ambiente e serem pesados. Para a quantificação do teor de cinzas foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Cinzas (\%)} = (100 \times N) / M_{am}$$

onde: N = massa de cinzas em gramas [(cadinho + cinzas) – (cadinho inicial)];
M_{am} = massa da amostra em gramas.

2.2.5 - Carboidratos totais

O conteúdo de carboidratos totais foi determinado por diferença, de acordo com a fórmula:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM),$$

onde: CT = carboidratos totais, PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo (lipídios); MM = matéria mineral (cinzas). Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.3 – pH

Para a análise de pH, primeiramente foi realizada a calibração do medidor de pH, marca Digimed, modelo DM2, com duas soluções tampão a pH 4 e pH 7. Posteriormente o pH foi mensurado introduzindo-se o eletrodo na amostra em três diferentes pontos. A análise foi realizada em triplicata nos tempos 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 dias.

2.4 – Atividade de Água (aW)

A atividade de água (aW) foi determinada por leitura direta à temperatura aproximada de 25 °C, por meio do equipamento Aqualab (modelo Series 3 TE, Decagon Devices Inc, Pullman, WA). As amostras foram homogeneizadas e posteriormente amostradas em duplicatas nos tempos 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 dias.

2.5 - Análise instrumental de cor

A análise instrumental de cor foi realizada utilizando-se espectrofotômetro portátil Color Quest XE, iluminante D65, ângulo de observação de 10°, pelo sistema CIELAB. As amostras de linguiça foram fatiadas em três partes e em cada fatia foram tomadas três medidas, no qual as fatias encontravam-se sobre

um fundo branco, devido à heterogeneidade do produto (gordura e carne). Os resultados foram expressos por meio das coordenadas L^* = luminosidade (0 = preto e 100 = branco), a^* (- 80 até zero = verde, do zero ao + 100 = vermelho) e b^* (- 100 até zero = azul, do zero ao + 70 = amarelo). A análise foi realizada em triplicata nos tempos 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 dias.

2.6 – TBARS

A oxidação lipídica foi baseada na quantificação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), segundo metodologia descrita por Vyncke (1970) e modificada por Sorensen & Jorgensen (1996).

As amostras de linguiça frescal foram homogeneizadas e pesou-se 5 g de amostra, que foi alocada em um tubo. Foi adicionado 30 mL de ácido tricloroacético (TCA) 7,5% e 1 mL do antioxidante sintético butilhidroxitolueno (BHT) 0,15%. O material foi homogeneizado em Ultra-Turrax durante 60 segundos. Posteriormente o material foi filtrado, utilizando-se papel filtro qualitativo (12,5mm) para um balão volumétrico de 50 mL, sendo o volume completado com a solução de TCA 7,5%. A partir do balão, foi retirada uma alíquota de 5 mL e transferiu-a para um tubo de ensaio, onde adicionou-se 5 mL de ácido tiobarbitúrico 0,02M. Os tubos foram incubados em banho-maria fervente por 40 minutos, para a formação do complexo colorido. Após este período, os tubos foram colocados em água corrente para atingirem temperatura ambiente, e a solução foi medida em espectrofotômetro Shimadzu (modelo UV-Vis mini 1240), no comprimento de onda de 532 nm. Os resultados foram subtraídos dos valores encontrados para o branco.

Utilizou-se a curva padrão de TEP (1,1,3,3-tetraetoxipropano) para encontrar os valores de números de TBARS, no qual a concentração e a absorbância foram plotadas no eixo x e y, respectivamente, determinando assim a equação da reta de uma regressão linear, a partir da qual se obteve a concentração da amostra. Os valores foram expressos em mg de MDA/kg da amostra. As análises foram realizadas em duplicata nos tempos 0, 45, 60, 90, 120 e 420 dias.

2.7 – Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com medidas repetidas no tempo, com três repetições e quatro tratamentos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com o PROC MIXED (SAS, 1999). A estrutura de covariância utilizada foi aquela com menor valor, sendo testadas as estruturas de covariância autorregressiva de 1ª ordem (AR1), não estruturada (UN), componentes de variância (VC) e simetria composta (CS), e utilizou-se a que obteve o menor valor para o critério de Akaike corrigido (IACC) para cada variável avaliada. As médias foram estimadas pelo teste LSMEANS e comparadas em nível de 5% de probabilidade.

O modelo matemático geral referente à análise das variáveis estudadas foi representado por:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijk};$$

onde, Y_{ijk} = variáveis dependentes; μ = média de todas as observações; α_i = efeito do i-ésimo tratamento; γ_k = efeito do k-ésimo tempo; $(\alpha\gamma)_{ij}$ = interação entre o i-ésimo tratamento e o j-ésimo tempo; e ε_{ijk} = erro experimental residual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Composição Centesimal

As médias obtidas para composição centesimal (proteínas, lipídios, carboidratos, umidade e cinzas) durante o período de armazenamento da linguiça frescal suína estão apresentadas na Tabela 2.

Não houve diferença significativa para entre os tratamentos ($P > 0,05$) quanto à composição centesimal do produto. De acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para linguiça, estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2000), a relação umidade/proteína deve ser de no máximo 5,83, o teor mínimo de proteínas deve ser de 12,0%, o teor máximo de umidade de 70,0% e teor máximo de gordura de 30,0%. Portanto,

todos os tratamentos se enquadraram nos parâmetros da Legislação, apresentando-se dentro dos padrões.

TABELA 2 - Médias e desvio padrão das médias da composição centesimal (proteínas, lipídios, carboidratos, umidade e cinzas) das diferentes formulações de linguiça frescal suína.

Tratamento	T1	T2	T3	T4
Proteínas	^A 15,84±0,55	^A 15,60±0,54	^A 16,32±0,56	^A 16,28±0,56
Lipídios	^A 27,50±1,64	^A 29,24±1,74	^A 28,76±1,72	^A 26,89±1,61
Carboidratos	^A 3,74±0,26	^A 3,73±0,26	^A 3,96±0,28	^A 3,79±0,27
Umidade	^A 50,06±1,68	^A 48,68±1,64	^A 48,14±1,62	^A 50,13±1,68
Cinzas	^A 2,86±0,08	^A 2,75±0,08	^A 2,86±0,08	^A 2,93±0,09
Relação Umidade/Proteína	3,16	3,12	2,95	3,08

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si ($P < 0,05$). T1 – tratamento adicionado de Eritorbato de Sódio e 0% de EAA; T2 – tratamento adicionado de 0,25% de EAA; T3 – tratamento adicionado de 0,50% de EAA; T4 – tratamento adicionado de 1,0% de EAA.

3.2 – Avaliação de pH

As médias obtidas para pH durante o período de armazenamento da linguiça frescal suína estão apresentadas na Tabela 3.

Com relação às médias de pH, foi possível constatar algumas diferenças significativas ao longo dos dias e entre os tratamentos. O tratamento T4 diferiu significativamente ($P < 0,05$) dos demais tratamentos no início do tempo experimental (dia 0) e manteve essa diferença durante grande parte do tempo experimental, demonstrando que a adição de 1,0% de EAA influenciou no menor valor de pH encontrado no tempo 0. Os tratamentos T1 e T2 apenas diferiram significativamente entre si ($P < 0,05$) apenas nos dias 180, 210, e 270, no qual T2 apresentou menores valores de pH. Os tratamentos T2 e T3 praticamente mantiveram a mesma similaridade de médias de pH, diferindo significativamente somente aos 90 dias.

TABELA 3 - Médias e desvio padrão do pH das diferentes formulações de linguiça suína frescal em relação ao tempo de armazenamento.

Tempo (dias)	Tratamento			
	T1	T2	T3	T4
0	^A 6,04±0,04 ^{bc}	^A 6,01±0,02 ^c	^A 6,00±0,02 ^b	^B 5,94±0,02 ^c
30	^A 6,01±0,04 ^c	^A 6,01±0,02 ^c	^A 5,99±0,02 ^b	^B 5,91±0,02 ^{cd}
60	^A 5,98±0,04 ^{cd}	^A 5,95±0,02 ^d	^A 5,94±0,02 ^c	^B 5,88±0,02 ^d
90	^A 6,00±0,04 ^c	^A 5,98±0,02 ^{cd}	^B 5,94±0,02 ^c	^C 5,87±0,02 ^{de}
120	^A 6,09±0,04 ^b	^A 6,07±0,02 ^{ab}	^A 6,08±0,02 ^a	^B 5,99±0,02 ^b
150	^A 5,99±0,04 ^c	^A 5,96±0,02 ^d	^A 5,95±0,02 ^c	^B 5,90±0,02 ^d
180	^A 5,92±0,04 ^d	^B 5,86±0,02 ^e	^B 5,86±0,02 ^e	^C 5,80±0,02 ^f
210	^A 5,97±0,04 ^{cd}	^{BC} 5,88±0,02 ^e	^B 5,90±0,02 ^d	^C 5,85±0,02 ^e
240	^A 6,10±0,04 ^b	^{AB} 6,06±0,02 ^b	^A 6,08±0,02 ^a	^B 6,05±0,02 ^a
270	^A 6,26±0,04 ^a	^B 6,10±0,02 ^a	^B 6,10±0,02 ^a	^C 6,01±0,02 ^a
300	^A 6,02±0,04 ^c	^A 6,01±0,02 ^c	^A 6,00±0,02 ^b	^B 5,93±0,02 ^{cd}

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, para cada parâmetro, não diferem entre si ($P < 0,05$). T1 – tratamento adicionado de Eritorbato de Sódio e 0% de EAA; T2 – tratamento adicionado de 0,25% de EAA; T3 – tratamento adicionado de 0,50% de EAA; T4 – tratamento adicionado de 1,0% de EAA.

Dentro de cada tratamento nos diferentes tempos as médias de pH diferiram significativamente ($P < 0,05$). O tratamento T1 variou as médias do início do experimento de 6,04±0,04 e final do experimento de 6,02±0,04, enquanto T2 foi de 6,01±0,02 a 6,01±0,02, T3 de 6,00±0,02 a 6,00±0,02 e T4 de 5,94±0,02 a 5,93±0,02. Todas as médias encontradas de pH apresentaram-se satisfatórias. Percebe-se que quanto maior a concentração de EAA adicionada à linguiça frescal, menores serão os valores encontrados para pH.

Na Figura 1, estão representadas as médias de pH durante o período de armazenamento.

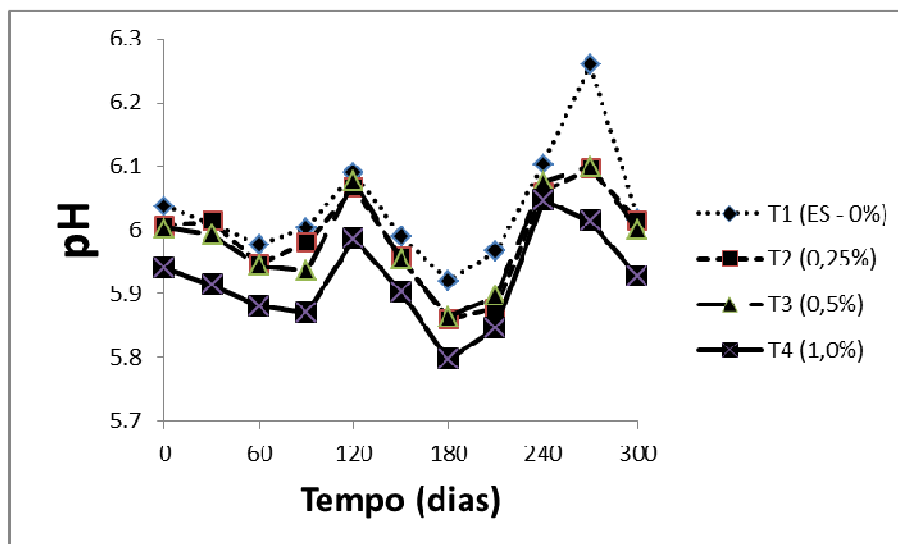


Figura 1 – Médias de pH dos quatro tratamentos ao longo do período de armazenamento sob congelamento.

3.3 – Avaliação da atividade de água (aW)

As médias obtidas para aW durante o período de armazenamento da linguiça fresca suína estão apresentadas na Tabela 4.

TABELA 4 - Médias e desvio padrão da atividade de água (aW) das diferentes formulações de linguiça suína fresca em relação ao tempo de armazenamento.

Tempo (dias)	Tratamento			
	T1	T2	T3	T4
0	^A 0,975±0,000 ^a	^A 0,974±0,001 ^a	^A 0,972±0,001 ^a	^A 0,973±0,001 ^a
30	^A 0,972±0,002 ^a	^A 0,974±0,000 ^a	^A 0,974±0,000 ^a	^A 0,973±0,000 ^a
60	^A 0,979±0,001 ^a	^A 0,973±0,002 ^a	^A 0,975±0,002 ^a	^A 0,972±0,002 ^a
90	^A 0,979±0,001 ^a	^A 0,974±0,001 ^a	^A 0,974±0,001 ^a	^A 0,974±0,001 ^a
120	^A 0,975±0,001 ^a	^A 0,974±0,001 ^a	^A 0,972±0,001 ^a	^A 0,972±0,001 ^a
150	^A 0,975±0,001 ^a	^A 0,974±0,001 ^a	^A 0,974±0,001 ^a	^A 0,972±0,001 ^a
180	^A 0,976±0,001 ^a	^A 0,974±0,001 ^a	^A 0,975±0,001 ^a	^A 0,974±0,001 ^a
210	^A 0,976±0,001 ^a	^A 0,975±0,001 ^a	^A 0,976±0,001 ^a	^A 0,974±0,001 ^a
240	^A 0,974±0,001 ^a	^A 0,975±0,001 ^a	^A 0,974±0,001 ^a	^A 0,977±0,002 ^a
270	^A 0,980±0,002 ^a	^A 0,979±0,002 ^a	^A 0,978±0,002 ^a	^A 0,972±0,003 ^a
300	^A 0,976±0,003 ^a	^A 0,972±0,003 ^a	^A 0,972±0,003 ^a	^A 0,972±0,001 ^a

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, para cada parâmetro, não diferem entre si ($P < 0,05$). T1 – tratamento adicionado de Eritorbato de Sódio e 0% de EAA; T2 – tratamento adicionado de 0,25% de EAA; T3 – tratamento adicionado de 0,50% de EAA; T4 – tratamento adicionado de 1,0% de EAA.

A análise estatística dos resultados para atividade de aW não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) ao longo de todo o período experimental e entre os quatro tratamentos. O fato de não ter ocorrido diferença entre os tratamentos e o tempo demonstra que a embalagem a vácuo manteve suas características por todo o período experimental, não ocorrendo perda de umidade do produto para o meio externo, sendo efetiva a proteção oferecida pela embalagem e permitindo a manutenção dos níveis de umidade do produto. A elevada atividade de água do produto demonstra que a linguiça frescal suína é um produto altamente perecível.

Na Figura 2, estão representadas as médias de aW durante o período de armazenamento.

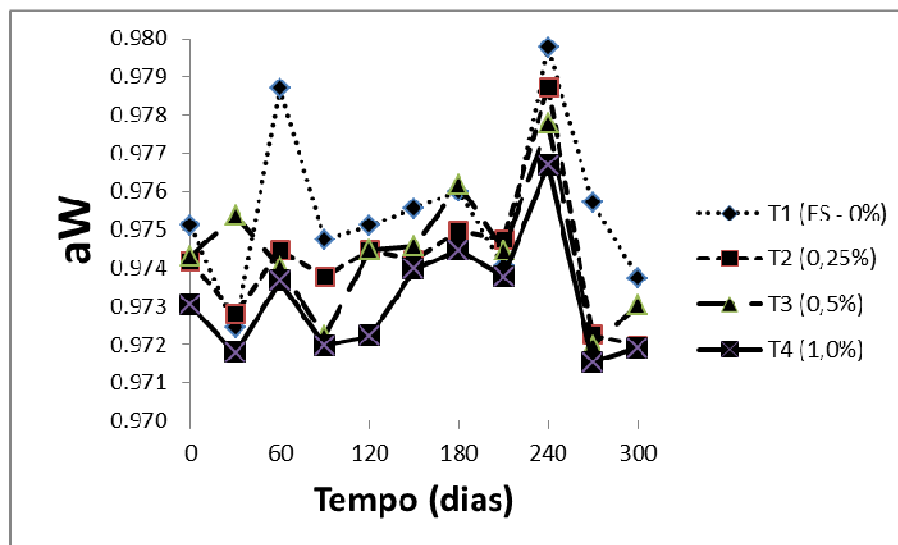


Figura 2 – Médias de aW dos quatro tratamentos ao longo do período de armazenamento sob congelamento.

3.4 - Instrumental de cor

Uma das características mais importantes dos produtos cárneos é a cor. Ela interfere diretamente na escolha ou não da compra do produto. Segundo Georgantelis et al. (2007), a oxidação lipídica está diretamente associada à descoloração de produtos cárneos, no qual ela resulta na formação de pró-oxidantes capazes de reagir com a oximioglobina, levando à formação de metamioglobina, que contribui para o desenvolvimento de características sensoriais não aceitáveis, tais como a coloração alterada.

As médias obtidas para os parâmetros de cor (L^* , a^* , b^*) durante o período de armazenamento da linguiça frescal suína estão apresentadas na Tabela 5.

Para o parâmetro L^* , os tratamentos diferiram entre si significativamente ($P < 0,05$) durante todo o período experimental. O tratamento T1 apresentou as maiores médias, os tratamentos T2 e T3 apresentaram médias intermediárias e o tratamento T4 apresentou as menores médias para o parâmetro L^* , durante grande parte do período experimental. O tratamento T1 não diferiu significativamente ($P > 0,05$) do tratamento T2 durante grande parte do período, mas diferiu significativamente ($P < 0,05$) dos tratamentos T3 e T4. Já o tratamento T2 não diferiu significativamente ($P > 0,05$) de T3 durante grande parte do período, mas diferiu significativamente ($P < 0,05$) de T4 do dia 0 ao dia 150, praticamente não apresentando diferença significativa após esse período. O tratamento T3 comportou-se similarmente ao tratamento T4, diferindo significativamente ($P < 0,05$) apenas em alguns momentos do período experimental.

Com relação ao tempo dentro de cada tratamento, todos os tratamentos apresentaram um incremento em suas médias de L^* do dia 0 ao dia 60, posteriormente apresentando queda durante o restante do período experimental. Com relação às médias apresentadas pelos tratamentos durante o tempo de armazenamento, T1 apresentou valor inicial de $55,90 \pm 1,98$ e final de $49,23 \pm 1,74$, já T2 apresentou valor inicial de $53,82 \pm 1,65$ e final de $50,50 \pm 1,55$, T3 valor inicial de $51,65 \pm 2,04$ e final de $48,96 \pm 1,93$ e T4 valor inicial de $50,94 \pm 1,20$ e final de $48,74 \pm 1,15$.

Os tratamentos, em vários tempos, apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$), demonstrando uma tendência a diminuir suas médias de L^* a partir do dia 60. Esse fato não condiz com o relatado por Ramos & Gomide (2007), que dizem que a tendência é ocorrer um aumento nos valores de L^* e diminuição nos valores de a^* com o passar do tempo. No caso do presente experimento, um possível aumento do teor de metamioglobina (coloração marrom), após os 60 dias, pode ter ocasionado a diminuição da luminosidade com o passar do tempo.

Percebe-se que com o aumento da porcentagem de EAA na formulação da linguiça frescal congelada, a tendência é que esta apresente uma maior estabilidade da cor, o que a mantém por mais tempo atrativa ao consumidor,

tomando-se em conta que os valores de L* (luminosidade) variam de preto (0%) a branco (100%) (Ramos & Gomide, 2007).

TABELA 5 - Médias e desvio padrão dos parâmetros L*, a* e b* das diferentes formulações de linguiça suína frescal em relação ao tempo de armazenamento.

Tempo (dias)	Tratamento			
	T1	T2	T3	T4
L*				
0	^A 55,90±1,98 ^c	^{AB} 53,82±1,65 ^{bc}	^{BC} 51,65±2,04 ^{ab}	^C 50,94±1,20 ^b
30	^A 54,55±1,93 ^c	^A 52,50±1,60 ^{bcde}	^A 52,73±2,08 ^{ab}	^B 51,14±1,21 ^b
60	^A 58,83±2,08 ^a	^{AB} 56,66±1,73 ^a	^{BC} 54,36±2,14 ^a	^C 53,62±1,27 ^a
90	^A 57,51±2,03 ^{abc}	^B 54,69±1,67 ^{ab}	^B 53,72±2,12 ^{ab}	^C 49,73±1,17 ^{bc}
120	^A 53,81±1,91 ^d	^{ABC} 51,79±1,58 ^{cde}	^{AB} 52,54±2,08 ^{ab}	^C 50,00±1,18 ^{bc}
150	^A 54,24±1,92 ^c	^{AB} 52,80±1,61 ^{bcd}	^{BC} 51,17±2,02 ^{bc}	^C 50,51±1,19 ^b
180	^A 53,69±1,90 ^c	^{AB} 53,06±1,62 ^{bcd}	^B 50,87±2,01 ^{bc}	^B 51,12±1,21 ^b
210	^A 53,45±1,89 ^c	^{BC} 49,17±1,50 ^f	^{BC} 47,23±1,87 ^d	^B 49,85±1,18 ^{bc}
240	^A 54,93±1,94 ^c	^B 51,44±1,57 ^{cdef}	^C 47,59±1,88 ^d	^B 49,88±1,18 ^{bc}
270	^C 45,59±1,61 ^e	^A 50,63±1,55 ^f	^{AB} 48,28±1,91 ^d	^{BC} 46,76±1,10 ^d
300	^A 49,23±1,74 ^f	^A 50,50±1,55 ^f	^A 48,96±1,93 ^{cd}	^A 48,74±1,15 ^c
a*				
0	^A 9,39±0,42 ^e	^A 9,70±0,58 ^c	^A 9,44±0,38 ^{ab}	^A 9,05±0,40 ^{cd}
30	^A 10,93±0,48 ^{ab}	^B 10,00±0,60 ^{abc}	^{BC} 9,75±0,39 ^{ab}	^C 9,28±0,41 ^{bcd}
60	^A 9,88±0,44 ^e	^A 10,21±0,61 ^{abc}	^A 9,94±0,40 ^{ab}	^A 9,53±0,42 ^{abc}
90	^A 10,07±0,45 ^{cd}	^{AB} 9,95±0,59 ^{bc}	^{AB} 9,55±0,38 ^b	^B 9,41±0,41 ^{bcd}
120	^A 10,54±0,47 ^{bc}	^{AB} 10,09±0,60 ^{abc}	^B 9,93±0,40 ^{ab}	^C 8,85±0,39 ^d
150	^A 10,51±0,47 ^{bcd}	^{AB} 10,40±0,62 ^{abc}	^{BC} 9,75±0,39 ^{ab}	^C 9,37±0,41 ^{bcd}
180	^A 10,52±0,47 ^{bc}	^{AB} 10,33±0,62 ^{abc}	^{BC} 9,84±0,39 ^{ab}	^C 9,52±0,42 ^{abc}
210	^A 10,76±0,48 ^{ab}	^A 10,56±0,60 ^{ab}	^B 9,79±0,36 ^{ab}	^B 9,77±0,43 ^{abc}
240	^A 10,54±0,47 ^{bc}	^A 10,60±0,63 ^{ab}	^B 9,89±0,39 ^{ab}	^B 9,45±0,41 ^{abc}
270	^A 11,14±0,49 ^{ab}	^B 10,35±0,62 ^{abc}	^B 9,81±0,37 ^{ab}	^B 10,09±0,44 ^a
300	^A 11,25±0,50 ^a	^{AB} 10,88±0,65 ^a	^B 10,28±0,41 ^a	^C 9,57±0,42 ^{abc}
b*				
0	^{BC} 10,25±0,29 ^c	^{AB} 10,51±0,26 ^{cd}	^C 10,06±0,32 ^b	^C 10,02±0,24 ^{bc}
30	^A 10,78±0,31 ^{ab}	^B 10,38±0,26 ^d	^{AB} 10,38±0,33 ^{ab}	^B 10,19±0,24 ^{bc}
60	^{AB} 10,79±0,31 ^{ab}	^A 11,06±0,27 ^{ab}	^B 10,59±0,34 ^a	^B 10,55±0,25 ^a
90	^A 10,42±0,30 ^{bc}	^A 10,47±0,26 ^{bcd}	^A 10,28±0,33 ^{ab}	^B 9,81±0,23 ^c
120	^A 10,61±0,30 ^{bc}	^A 10,39±0,26 ^d	^{AB} 10,19±0,32 ^{ab}	^B 9,85±0,23 ^c
150	^B 10,66±0,30 ^{abc}	^A 11,39±0,28 ^a	^C 10,21±0,33 ^{ab}	^C 10,02±0,24 ^{bc}
180	^A 10,58±0,30 ^{bc}	^A 10,68±0,26 ^{bcd}	^{AB} 10,27±0,33 ^{ab}	^B 10,10±0,24 ^{bc}
210	^A 11,05±0,32 ^a	^A 10,71±0,26 ^{bcd}	^B 10,02±0,32 ^b	^B 10,27±0,24 ^{ab}
240	^A 10,93±0,31 ^{ab}	^A 10,84±0,27 ^{bc}	^B 10,11±0,32 ^b	^B 9,96±0,23 ^{bc}
270	^B 9,74±0,28 ^d	^A 10,48±0,26 ^{bcd}	^{AB} 10,12±0,32 ^{ab}	^B 9,90±0,23 ^c
300	^A 10,49±0,30 ^{bc}	^A 10,44±0,26 ^{bcd}	^A 10,46±0,33 ^{ab}	^B 9,89±0,23 ^c

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, para cada parâmetro, não diferem entre si (P<0,05). T1 – tratamento adicionado de Eritorbato de Sódio e 0% de EAA; T2 – tratamento adicionado de 0,25% de EAA; T3 – tratamento adicionado de 0,50% de EAA; T4 – tratamento adicionado de 1,0% de EAA.

A ação antioxidante tende a manter a integridade das membranas celulares, proporcionando uma melhor capacidade de retenção de água (Cheah et al., 1995). Quando a água fica armazenada dentro das células musculares e a luz incidida é absorvida, há uma diminuição de sua refração, fazendo com que a linguiça frescal se apresente mais escura, ou seja, com menor valor de L^* , após o período de oxigenação da mioglobina, dando origem à oximioglobina.

Nas Figuras 3, 4 e 5, estão representadas as médias dos parâmetros L^* , a^* e b^* , respectivamente, durante o período de armazenamento.

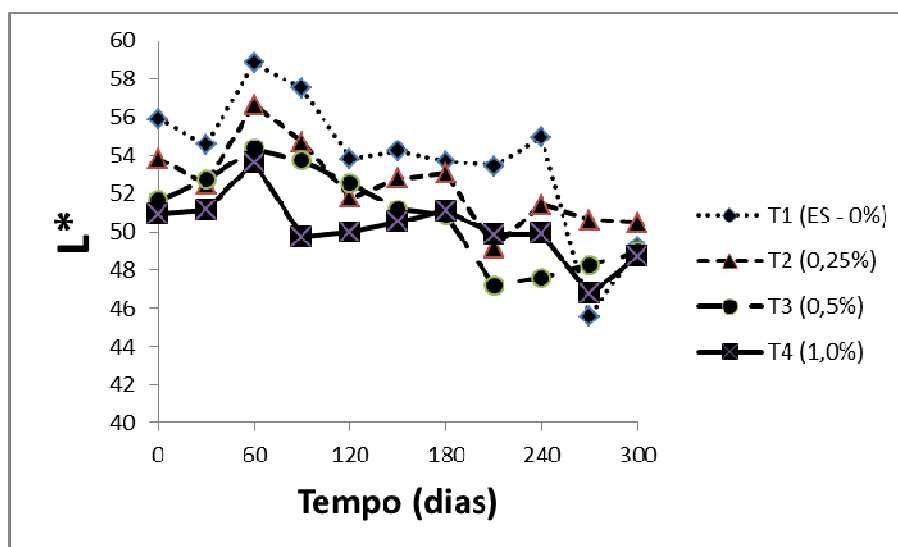


Figura 3 – Médias do parâmetro L^* dos quatro tratamentos ao longo do período de armazenamento sob congelamento.

A coloração vermelha de produtos cárneos é uma importante característica visual atrativa para os consumidores, e o parâmetro a^* apresenta-se como mais sensível na caracterização da cor vermelha e na sua estabilidade (Ramos & Gomide, 2007). Quando ocorre a oxigenação da mioglobina e subsequente formação da oximioglobina, o produto cárneo irá apresentar coloração vermelha brilhante, isso ocorre, pois o ferro da mioglobina encontra-se no seu estado reduzido (ferroso), reagindo mais facilmente com a água e com o oxigênio.

Com relação ao parâmetro a^* , os quatro tratamentos não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) no início do período experimental, mas posteriormente, o tratamento T1 começou a apresentar diferença significativa ($P < 0,05$) em relação aos tratamentos T3 e T4. O tratamento T1 apresentou,

durante grande parte do período experimental, as maiores médias de a^* . Os tratamentos T1 juntamente com o T2, assim, como os tratamentos T3 juntamente com o T4 demonstraram similaridades em suas médias encontradas, não diferindo significativamente entre si ($P>0,05$) em quase todos os tempos analisados.

Os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram diferença significativa ($P<0,05$) dentro de cada tratamento, com um incremento em suas médias do dia 0 ao dia 60, já o tratamento T1 apresentou um incremento em suas médias que diferiu significativamente ($P<0,05$) somente entre os dias 0 e 30, apresentando uma queda aos 60 dias e incremento aos tempos posteriores.

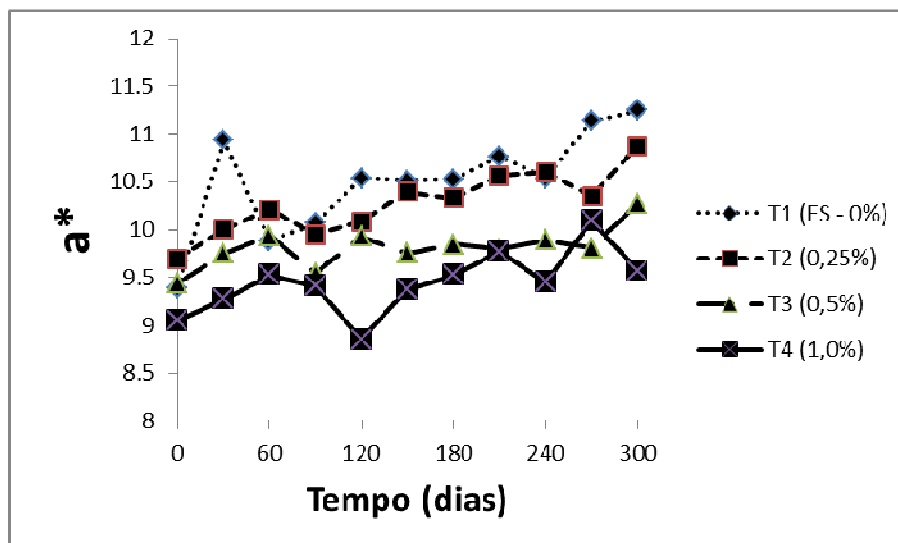


Figura 4 – Médias do parâmetro a^* dos quatro tratamentos ao longo do período de armazenamento sob congelamento.

Verificou-se uma tendência de aumento nas médias de a^* das linguiças frescas suínas a partir dos 90 dias para os tratamentos T1 e T2, identificando um aumento na intensidade da coloração vermelha. Os tratamentos T1 e T2 apresentaram as maiores médias para o parâmetro a^* , demonstrando que o aumento da concentração de EAA no produto não resultou em maiores valores de a^* , mas sim, em uma maior estabilidade da cor do produto, que não apresentaram grandes variações nos tratamentos adicionados de EAA.

O aumento nas médias de a^* pode estar relacionado ao método de conservação e embalagem do produto. Por estarem congeladas e embaladas a vácuo, a linguiça frescal suína não encontrava-se exposta ao oxigênio atmosférico

e era mantida em temperatura onde a ocorrência de reações é muito lenta, sob congelamento. Quando expostas para realização das análises, a mioglobina presente na linguiça frescal suína reagia com o oxigênio e ocorria a formação da oximioglobina, que gera um aumento da coloração vermelha intenso.

O parâmetro b^* é referente à coloração com tonalidade amarela. Quanto mais próximos de 0, maior a neutralidade dos valores de b^* . O esverdeamento, em produtos cárneos é uma das principais características indesejáveis do produto, sendo um indicativo de que o produto sofreu graves alterações na sua qualidade, seja pela oxidação ou por deterioração microbiana, a partir daí o produto torna-se não atrativo e impróprio para o consumo (Pereira, 2009).

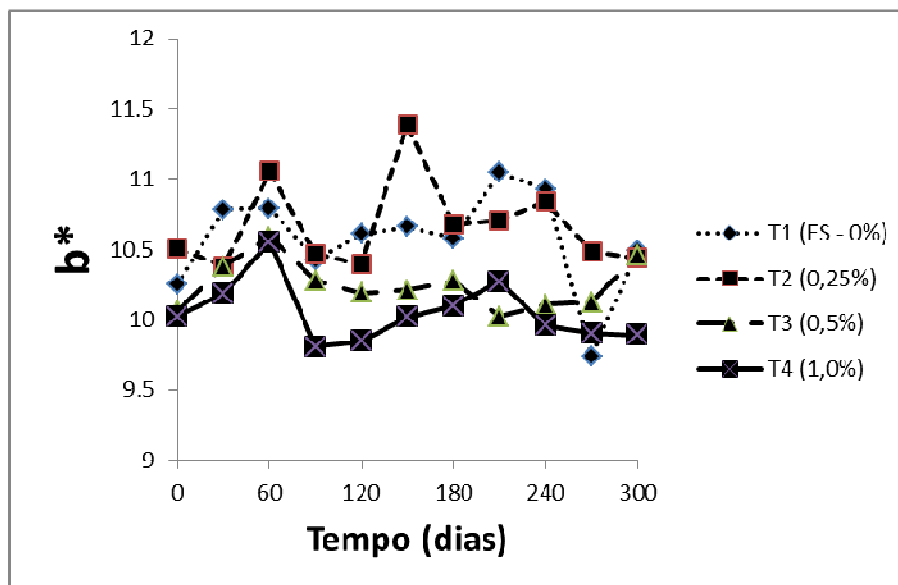


Figura 5 – Médias do parâmetro b^* dos quatro tratamentos ao longo do período de armazenamento sob congelamento.

As médias de b^* para todos os tratamentos não diferiram entre si ($P > 0,05$) ao início do período experimental. Os tratamentos T1 e T2 comportaram-se de forma similar durante todo o período experimental, não diferindo significativamente entre si ($P > 0,05$) durante a maior parte do tempo. O tratamento T4, com maior concentração de EAA, apresentou as menores médias de b^* durante o período experimental e diferiu significativamente ($P < 0,05$) de T1 e T2 durante a maior parte do tempo. De forma similar ao ocorrido para os parâmetros L^* e a^* , o tratamento T4 apresentou uma menor variação nas médias de b^* da linguiça frescal suína congelada.

Assim como ocorrido para o parâmetro L^* , com relação ao tempo dentro de cada tratamento, todos os tratamentos apresentaram um incremento em suas médias de b^* entre os dias 0 e 60, diferindo significativamente ($P < 0,05$), e posteriormente apresentando queda durante o restante do período experimental.

Com relação às médias de cada tratamento dentro do tempo, a tendência foi de todos os tratamentos diferirem significativamente ($P < 0,05$) entre os tempos iniciais e os finais, mas apesar disso, apresentaram pouca variação, demonstrando certa estabilidade de b^* .

As médias de b^* encontradas no presente estudo devem-se às condições da embalagem (a vácuo) e de armazenamento (baixa temperatura e pouca incidência de luz), que auxiliam na manutenção da cor do produto.

3.5 – TBARS

Testes que medem a concentração de malonaldeído (MDA), um dos principais produtos da decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados, fornecem informações importantes a respeito do estado oxidativo e da predição da rancidez do alimento analisado. O teste de número de TBARS quantifica o malonaldeído presente no produto, que é expresso em substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS). As médias obtidas para número de TBARS (mg MDA/kg) durante o período de armazenamento da linguiça frescal suína estão apresentadas na Tabela 6.

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos T1 ($0,084 \pm 0,040$), T2 ($0,104 \pm 0,049$) e T3 ($0,047 \pm 0,022$) no início do período experimental, no qual T4 ($0,029 \pm 0,014$) diferiu significativamente ($P < 0,05$) de T1 e T2. Aos 45 dias T3 também começou a apresentar diferença significativa ($P < 0,05$) com relação a T4. Percebe-se que os tratamentos T1, T2 e T3 apresentaram médias que não diferiram entre si ($P > 0,05$) por todo o tempo, demonstrando que a adição de 0,25% de EAA e 0,5% de EAA apresentou efeito antioxidante de forma semelhante ao tratamento T1, no qual foi adicionado a somente Eritorbato de Sódio. O tratamento T4, adicionado de 1,0% de EAA apresentou-se mais eficiente, com relação ao efeito antioxidante, que o tratamento T1 (adicionado de Eritorbato de Sódio), T2 (adicionado de 0,25% de EAA) e T3 (adicionado de 0,5% de EAA), demonstrando ter sido o mais efetivo no retardo da oxidação lipídica, o

que proporciona uma melhor conservação do produto, resultando no aumento da vida de prateleira do mesmo.

TABELA 6 - Médias e desvio padrão do número de TBARS (mg MDA/kg) das diferentes formulações de linguiça suína frescal em relação ao tempo de armazenamento.

Tempo (dias)	Tratamento			
	T1	T2	T3	T4
0	^A 0,084±0,040 ^a	^A 0,104±0,049 ^a	^{AB} 0,047±0,022 ^a	^B 0,029±0,014 ^a
45	^A 0,587±0,063 ^b	^A 0,620±0,066 ^b	^A 0,611±0,065 ^b	^B 0,445±0,047 ^b
60	^A 1,308±0,425 ^{cd}	^A 1,046±0,480 ^b	^A 0,974±0,340 ^b	^B 0,516±0,175 ^b
90	^A 1,766±0,438 ^d	^A 1,845±0,458 ^c	^A 1,854±0,460 ^c	^A 1,799±0,446 ^c
120	^A 2,080±0,440 ^d	^A 2,115±0,447 ^c	^A 2,159±0,457 ^c	^B 1,489±0,315 ^c
420	^A 2,006±0,187 ^d	^A 2,071±0,193 ^c	^A 1,848±0,172 ^c	^B 1,413±0,132 ^c

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, para cada parâmetro, não diferem entre si ($P < 0,05$). T1 – tratamento adicionado de Eritorbato de Sódio e 0% de EAA; T2 – tratamento adicionado de 0,25% de EAA; T3 – tratamento adicionado de 0,50% de EAA; T4 – tratamento adicionado de 1,0% de EAA.

Com relação ao tempo dentro de cada tratamento, as médias do número de TBARS aumentaram ($P < 0,05$) durante o armazenamento em todos os tratamentos, evidenciando a ocorrência da oxidação lipídica. O método de conservação pelo congelamento retarda várias reações que ocorrem no produto, dentre elas a oxidação lipídica, mas não é capaz de cessá-la.

O tratamento T4 apenas não diferiu significativamente ($P > 0,05$) dos demais tratamentos aos 90 dias, no qual apresentou suas maiores médias de número de TBARS. Aos 120 dias, as médias de número de TBARS do tratamento T4 demonstraram queda até o final do experimento, o que deve ter ocorrido devido ao esgotamento dos substratos, no qual as reações de propagação vão cessando, devido à redução de ácidos graxos insaturados no produto. Os tratamentos T1, T2 e T3 apresentaram queda somente aos 420 dias. O tratamento T4 apresentou melhor efeito no retardo da oxidação, fazendo com que o esgotamento dos substratos de propagação da reação cessasse mais precocemente que os demais tratamentos, devido ao maior teor de compostos fenólicos presentes neste tratamento. Compostos fenólicos são encontrados no fruto da aroeira (Maestroduran et al., 1994), e estes compostos promovem a remoção ou inativação dos radicais livres formados durante a iniciação ou

propagação da reação de oxidação, e isto ocorre devido à doação de átomos de hidrogênio a estas moléculas, interrompendo a reação em cadeia (MESSIAS, 2009).

Na Figura 6, estão representadas as médias de mg MDA/kg durante o período de armazenamento.

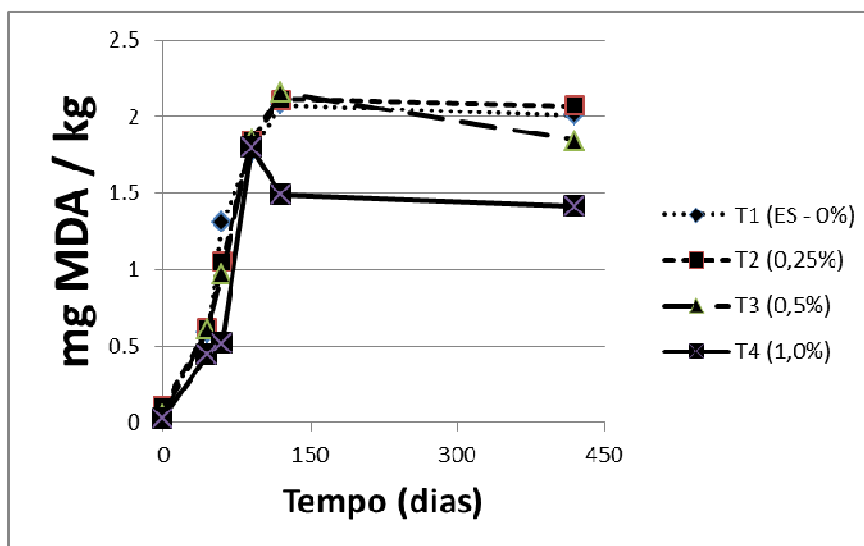


Figura 6 – Médias de mg MDA/kg dos quatro tratamentos ao longo do período de armazenamento sob congelamento.

Segundo Ahmad & Srivastava (2007), não é possível detectar odor de ranço em carne no intervalo de valores de TBARS entre 0,5 e 1,0 mg MDA/kg, mas com valores de TBARS entre 1 e 2 mg de MDA/kg de produto inicia-se a detecção sensorial de oxidação lipídica. Portanto, as médias encontradas para os tratamentos T1 ($0,587 \pm 0,063$), T2 ($0,620 \pm 0,066$) e T3 ($0,611 \pm 0,065$) até o dia 45 encontravam-se dentro do padrão considerado bom, com relação à detecção sensorial de oxidação, posterior a esse tempo, já seria detectável sensorialmente a oxidação lipídica. Já para o tratamento T4 ($0,516 \pm 0,175$), este manteve suas médias de número de TBARS em condições boas, abaixo de 1,0 mg MDA/kg, até os 60 dias, demonstrando que a adição de 1,0% de EAA pode influenciar em uma melhor aceitação sensorial do produto durante mais tempo, com relação ao nível de rancidez.

Não existe nenhum limite máximo para MDA/kg em produtos cárneos estabelecido pela legislação brasileira. De acordo com Al-Kahtani et al. (1996), o produto cárneo pode ser considerado em bom estado se apresentar valores

abaixo de 3 mg MDA/kg de amostra. Por isso, apesar das médias de número de TBARS para o tratamento T1 e T2 terem apresentado valores acima de 2,0 mg MDA/kg, nenhum dos tratamentos estudados apresentou valores que os indicassem estar fora do bom estado de conservação do produto.

CONCLUSÕES

A adição de extrato aquoso de Aroeira não afeta a composição centesimal, e durante longo período não melhora a estabilidade de cor dos parâmetros a^* e b^* , da linguiça frescal suína congelada.

Quanto maior a concentração de extrato aquoso de Aroeira, maior a estabilidade do parâmetro L^* , na linguiça frescal suína congelada.

Os valores de b^* são influenciados pelas condições da embalagem (a vácuo) e do armazenamento (baixa temperatura e pouca incidência de luz), que auxiliam na manutenção da cor do produto.

A adição de 1,0% de extrato aquoso de Aroeira diminui o pH do produto e retarda a ocorrência da oxidação lipídica, além de cessar as reações mais precocemente, aumentando a vida de prateleira da linguiça frescal suína congelada.

A adição de 0,25% e 0,5% de extrato aquoso de Aroeira apresenta efeito antioxidante semelhante à adição de Eritorbato de sódio, em linguiça frescal suína congelada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, S. & Srivastava, P. K. (2007) Quality and shelf life evaluation of fermented sausages of buffalo meat with different levels of heart and fat. *Meat Science*, v. 75, p. 603–609.
- AL-Kahtani, H. A.; Abu-Tarboush, H. M.; Bajaber, A. S. (1996) Chemical changes after irradiation and post-irradiation storage in Tilapia and Spanish mackerel. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 61, n. 4, p. 1053-1055.

- AOAC (2000) Horwitz, W. editor. Official Methods of Analysis of the AOAC. 2 v. 17 ed. Mayland: AOAC (Association of Official Analytical Chemists).
- Bernardes, N. R. (2014) *Schinus terebinthifolius, Raddi: Atividade Antioxidante e Potencial Biológico*. Tese (Doutorado e Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes/RJ - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 100p.
- Bligh, E. G. & Dyer, W. J. (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, Ottawa, v. 37, n. 8, p. 911-917.
- Brasil (2000) Ministério da Agricultura e Abastecimento. Instrução normativa n. 4, de 31 de março de 2000. Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 05 abr. 2000, Seção 1, p. 6.
- Cheah, K. S., Cheah, A. M. & Krausgrill, D. I. (1995). Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. *Meat Science*, 39: 255-264.
- Fellenberg, M. A. & Speisky, H. (2006) Antioxidants: their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. *Poultry Science Journal*, v. 62, p. 53–69.
- Georgantelis, D. et al. (2007) Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. *Meat Science*, v.75, n. 2, p.256-64.
- George, R. M. (1993). Freezing processes used in the food industry. Trends in: *Food Science & Technology*, 4(5), 134-138.
- Kubow, S. (1993) *Lipid oxidation products in food and atherogenesis*. Nutrition Reviews, New York, v.51, n.2, p.33-40.
- Maestroduran, R., Cabello, R.L., Gutierrez, V.R. (1994), *Phenolic compounds from olive (Olea europaea)*. Grasas y Aceites, 45(4): 265-269.
- Messias, K. L. S. (2009) Os antioxidantes. *Foods ingredients Brasil*, n. 6, p. 16.
- Muniz, H. J. T. (2015) *Schinus Terebinthifolia: Família das Anacardinaceas*. Disponível em: <<http://www.colecionandofrutas.org/schinustere.htm>>. Acessado em: 01/02/2015.
- Pereira, M. G. (2009) *Aplicação de antioxidantes naturais em carne mecanicamente separada (CMS) de ave*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Santa Maria – RS - Universidade Federal de Santa Maria, 125 p.

Ramos, E. M. & Gomide, L. A. M. (2007) *Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologia*. Viçosa: Editora UFV, 599p.

SAS Institute (1999) SAS Software. SAS Institute, Cary, North Carolina.

Schvartsman, S. (1979) Anacardiaceae In: *Plantas Venenosas*, S. Paulo, Savier, pp. 49-52.

Sorensen, G.; Jorgensen, S.S. A (1996) critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. *Zeitschrift fur Lebensmittel Untersuchung und-Forschung*, New York, v. 202, n. 3, p. 205- 10.

Vyncke, W. (1970) Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette Seifen Anstrichmittel*, Leinfelden-Echterdingen, v. 72, n. 12, p. 1084-1087.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

A adição de extrato aquoso de Aroeira não influencia o pH e não retarda o crescimento de micro-organismos aeróbicos mesófilos, em bifes bovinos reestruturados sob refrigeração.

A adição de 1,0% de extrato aquoso de Aroeira retarda a diminuição da qualidade de cor com relação a brilho, intensidade de vermelho e descoloração do produto, e dos parâmetros L^* , a^* e b^* , após as 72 horas, em bifes bovinos reestruturados sob refrigeração.

A adição de 1,0% de extrato aquoso de Aroeira aumenta o sabor apimentado em bifes bovinos reestruturados sob refrigeração, mas não afeta a aceitação no produto.

Não houve retardo da oxidação lipídica com a adição de extrato aquoso de Aroeira em bifes bovinos reestruturados sob refrigeração, durante as 96 horas.

A adição de extrato aquoso de Aroeira não afeta a composição centesimal, e durante longo período não melhora a estabilidade de cor dos parâmetros a^* e b^* , da linguiça frescal suína congelada.

Quanto maior a concentração de extrato aquoso de Aroeira, maior a estabilidade do parâmetro L^* , na linguiça frescal suína congelada.

Os valores de b^* são influenciados pelas condições da embalagem (a vácuo) e do armazenamento (baixa temperatura e pouca incidência de luz), que auxiliam na manutenção da cor do produto.

A adição de 1,0% de extrato aquoso de Aroeira diminui o pH do produto e retarda a ocorrência da oxidação lipídica, além de cessar as reações mais

precocemente, aumentando a vida de prateleira da linguiça frescal suína congelada.

A adição de 0,25% e 0,5% de extrato aquoso de Aroeira apresenta efeito antioxidante semelhante à adição de Eritorbato de sódio, em linguiça frescal suína congelada.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim M. M. R. & Santos L.C. (2003) Tratamento da vaginose bacteriana com gel vaginal de Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi): ensaio clínico randomizado. *Rev. Bras. Ginecol. Obst.* 25: 95.
- Araújo, J. M. A. (2008) *Química de alimentos: teoria e prática*. 4. ed. atual. e ampl. Viçosa: UFV - Universidade Federal de Viçosa, 596p.
- Bernabéu, R. & Tendero, A. (2005). Preference structure for lamb meat consumers. A Spanish case study. *Meat Science*, 71(3), 464-470.
- Bobbio, F. O. & Bobbio, P. A. (2001) *Química do Processamento de Alimentos*. 3. ed. São Paulo: Varela.
- Boyd, N. F. & McGuire, V. (1991). The possible role of lipid peroxidation in breast cancer risk. *Free Radical Biology and Medicine*, 10(3), 185-190.
- Brasil (2000) Ministério da Agricultura. Regulamento técnico de identidade e qualidade de lingüiça. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <<http://www.cda.sp.gov.br/www/legislacoes/popup.php?action=view&idleg=662>> Acesso em: 01 fev. 2015.
- Bromberg, R. (1998) Armazenamento da carne e segurança do produto. *Boletim do Centro de Tecnologia da Carne do ITAL*. v. 8, n. 1, p.2-4.
- Brookman, P. (1991) Antioxidants and consumer acceptance. *Food Technology*, Auckland, v.45, n.10, p.24-28.
- Carrapiso, A. I., Ventanas, J., & García, C. (2002). Characterization of the most odor-active compounds of Iberian ham headspace. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(7), 1996-2000.

- Castera-Rosignol, A.; Bosque, F. (1994) Nouvelle approche des antioxydants. *OilÉagineux Corps gras Lipides (OCL)*. 1(2): 131-143
- Cecchi, H.M. (1999) *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. Campinas: Unicamp, 211p.
- Cestari A.L. (2007) *Carne bovina reestruturada com transglutaminase: desenvolvimento e determinações de cor e textura*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Campinas/SP - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 88p.
- Chryssochoidis, G., Krystallis, A., Perreas, P. (2007). Ethnocentric beliefs and country-of-origin effect: Impact of country, product and product attributes on Greek consumers' evaluation of food products. *European Journal of Marketing*, 41, 1518–1544.
- Clydesdale F.M. (1998) Color: origin, stability, measurement and quality. A.T. Irwin, R.P. Singh (Eds.), *Food storage stability*, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 175–190.
- Cruz, G.L. (1982), Aroeira In: *Dicionário das Plantas Úteis do Brasil*, 2a Ed., Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, pp. 70-72.
- Damodaran, S.; Parkin, K. L.; Fennema, O. R. (2010) *Química de Alimentos de Fennema*. Porto Alegre: Artmed, 900p.
- De Melo Junior E. J. M., Raposo M. J., Lisboa Neto J. A., Diniz M. F. A, Marcelino Junior C. A. C., Sant'ana A. E. G. (2002) Medicinal plants in the healing of dry socket in rats: microbiological and microscopic analysis. *Phytomedicine* 9:109.
- Degaspari C.H., Waszczyński N., Santos R.J. (2004) Atividade antioxidante de extrato de fruto de Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). *Vis. Acad.* 5: 83.
- Ersoy, B. & Yilmaz, A. B. (2003) Frozen storage of African catfish (*Clarias gariepinus* BURCHELL, 1822) mince balls. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, v. 27, p, 827–832.
- Esterbauer, H., Wäg, G., & Puhl, H. (1993). Lipid peroxidation and its role in atherosclerosis. *British Medical Bulletin*, 49(3), 566-576.
- Fellows, P. J. (2000) *Food processing technology: principles and practices*. 2^a ed., 593 p.
- Flores N.C., Boyle E.A.E., Kastner C.L. (2007) Instrumental and consumer evaluation of pork restructured with activa (TM) or with fibrimex (TM) formulated with and without phosphate. *Food Science and Technology/LWT*, 40 (2007), pp. 179–185.

- Fogaça, F. & Sant'ana, L. S. (2009). Oxidação lipídica em peixes: mecanismo de ação e prevenção. *Archives of Veterinary Science*, 14(2), 117-127.
- Formanek Z., Lynch A., Galvin K., Farkas J., Kerry J.P. (2003) Combined effects of irradiation and the use of natural antioxidants on the shelf-life stability of overwrapped minced beef. *Meat Science*, 63, pp. 433–440.
- Frankel E.N. (1998) *Lipid oxidation*. The Oily Press. Lipid Library Ltd. Dundee, Scotland, vol. 10.
- Garcia-Cruset, S., Carpenter, K. L. H., Codony, R., Guardiola, F., Dutta, P. C., Savage, G. P. (2002). Cholesterol oxidation products and atherosclerosis. Cholesterol and phytosterol oxidation products: *Analysis, occurrence, and biological effects*, 241-277.
- George, R. M. (1993). Freezing processes used in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 4(5), 134-138.
- Gilmore, J. H., & Pine, B. J. (2007). *Authenticity: What consumers really want*. Boston: Harvard Business School Press.
- Gray, J. J., Goma, E. A., Buckley, D. J. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, 43(Suppl.), S111–S123.
- Guerra M.J.M.; Barreiro M.L.; Rodriguez Z.M.; Rubalcaba Y. (2000) *Actividad antimicrobiana de un extracto fluido al 80% de Schinus terebinthifolius Raddi (COPAL)*. Rev. Cubana Plant Med. 5: 23-25.
- Haumann B. (1990) *Antioxidants: Firms seeking products they can label as "natural."* INFORM 1:1002.
- Hur, S. J., Park, G. B.; Joo, S. T. (2007) Formation of cholesterol oxidation products (COPs) in animal products. *Food Control*, v. 18, n. 8, p. 939-947.
- Ibrahim M. T., Fobbe R., Nolte J. (2004) Chemical composition and biological studies of Egyptian *Schinus molle* L. and *Schinus terebinthifolius raddi* oils. *Bull. Fac. Pharm.* 42: 289.
- Iponga D. M., Cuda J. P., Milton S. J., Richardson D. M. (2008) Insect seed predation in *Schinus molle* (Peruvian pepper tree) differs with rainfall seasonality in South Africa: implications for invasiveness. *African Entomology* 16:127–131.
- Jones D. (1997) Biology of Brazilian pepper. In: Chairmann, D.C. Brazilian pepper management plan for Florida. Florida, Florida Exotic Pest Plant Council.
- Khaled F., El-Massry El-Ghorab A. H., Shaaban H. A., Shibamoto T. (2009) Chemical compositions and antioxidant/antimicrobial activities of various samples prepared from *Schinus terebinthifolius* leaves cultivated in Egypt. *J. Agric. Food Chem.* 57: 5265.

- Kořakowska, A., Szczygielski, M., Bienkiewicz, G., Zienkiewicz, L. (2000). Some fish species as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 30(2), 59-70.
- Kubow, S. (1992). Routes of formation and toxic consequences of lipid oxidation products in foods. *Free Radical Biology and Medicine*, 12(1), 63-81.
- Kuznesof, S., Tregear, A., Moxey, A. (1997). Regional foods: A consumer perspective. *British Food Journal*, 99, 199–206.
- Lawrence, T. E. et al. (2004) Effects of enhancing beef longissimus with phosphate plus salt, or calcium lactate plus non-phosphate water binders plus rosemary extract. *Meat Science*, v.67, p.127–137.
- Lenzi M., Orth A.I. (2004) Caracterizaço funcional do sistema reprodutivo da aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), em Florianopolis-SC, Brasil. *Rev. Bras. Frutic.* 26:198-201.
- Liogier H. A. (1988) *Descriptive flora of Puerto Rico and adjacent islands: Spermatophyta*. Editorial de la Universidad de Puerto Rico: Rio Piedras, PR, 2.
- Maestroduran, R., Cabello, R.L., Gutierrez, V.R. (1994), Phenolic compounds from olive (*Olea europaea*). *Grasas y Aceites*, 45(4): 265-269.
- Manhoso, F. F. R. (1996) Aspectos químicos e microbiológicos das lingüiças tipo frescal no Brasil. *Revista Nacional da Carne*, v.230, p.90-92.
- Markesbery, W. R. & Lovell, M. A. (1998). Four-hydroxynonenal, a product of lipid peroxidation, is increased in the brain in Alzheimer’s disease. *Neurobiology of aging*, 19(1), 33-36.
- Mc Carthy, T. L. et al. (2001) Assessment of the antioxidant potential of natural food and plant extracts in fresh and previously frozen pork patties. *Meat Science*, v.57, n.2, p.177-184.
- Messias, K. L. S. (2009) Os antioxidantes. *Foods ingredients Brasil*, n. 6, p. 16.
- Moharram, Y. G. & Rofael, S. D. (1993) Shelf life of frozen vegetables, Shelf Life Studies of Foods and Beverages (G. Charalambous, ed.), *Elsevier Science Publishers B. V.*, Amsterdam.
- Morton J. F. (1978) Brazilian Pepper-its impact on people, animals and the environment. *Econ. Bot.* 32: 353.
- Muguerza E., Gimeno O., Ansonera D., Astiasarn I. (2004) New formulations for healthier dry fermented sausages: A review. Trends in: *Food Science and Technology*, 15 (9), pp. 452–457.
- Muniz, H. J. T. (2015). *Schinus Terebinthifolia: Família das Anacardinaceas*. Disponível em: <<http://www.colecionandofrutas.org/schinustere.htm>>. Acessado em: 01/02/2015.

- Nychas G.J., Skandamis P.N., Tassou C.C. & Koutsoumanis K.P. (2008) Meat spoilage during distribution. *Meat Sci* 78: 77–89.
- Oliveira, A. C. (2009) Fontes vegetais naturais de antioxidantes. *Química Nova*, vol.32 (3), São Paulo.
- Oliveira, C. A. (2011) *Avaliação da atividade antioxidante do extrato de erva-cidreira arbusto (Lippia alba (Mill) NE Brown) em embutido cozido a base de carne ovina de descarte*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Santa Maria/RS - Universidade Federal de Santa Maria, 119p.
- Olivo, R. (2006) *O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango*. Criciúma: Ed. do autor. 688 p.
- Osawa, C. C., Felício, P. E., Gonçalves, L. A. G. (2005) Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. *Química Nova*, v. 28, n. 4, p. 655-663.
- Packer, L. & Walton, J. (1977). Antioxidants vs Aging. *Chemtech*, 7(5), 276-281.
- Pardi, M. C., Santos, I. F., Souza, E. R., Pardi, H. S. (2006) *Ciência, higiene e tecnologia da carne*. 2. ed. rev. e ampl., Goiânia: UFG, 1150p.
- Pietta P., Simonetti P., Mauri P. (1998) Antioxidant activity of selected medicinal plants. *J Agric Food Chem*. 46 : 4487 - 4490.
- Pokorny, J. (1991) Natural antioxidants for food use. *Trends In Food Science & Technology*. Cambridge, v.9, p. 223-227.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N., Gordon, M. (2005) *Antioxidantes de los alimentos*. Editora: Acribia, Zaragoza, Espanha.
- Ramalho, V. C. & Jorge, N. (2006) Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. *Química Nova*. São Paulo, v. 29, n. 4, p. 755-760.
- Rocha, A. et al. (2010) Análise sensorial de produto reestruturado (hambúrguer). *Cadernos Temáticos MEC*, n. 25, p. 21-24.
- Schmourlo G., Mendonça-Filho R. R., Alviano C. S., Costa S. S. (2005) Screening of antifungal agents using ethanol precipitation and bioautography of medicinal and food plants. *J.Ethnopharmacol*. 96: 563.
- Schroepfer Jr, G. J. (2000). Oxysterols: modulators of cholesterol metabolism and other processes. *Physiological reviews*, 80(1), 361-554.
- Schvartsman, S. (1979), Anacardiaceae In: *Plantas Venenosas*, S. Paulo, Savier, pp. 49-52.
- Seideman, S. C. & Durland, P. R. (1983) Restructured red meat products: in review. *Journal of Food Quality*, Westport, v. 6, p. 81-101.

- Shahidi F. & Shong Y. (2010) Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*, 39, pp. 4067–4079.
- Shahidi, F. & Naczk, M. (2005) Phenolics in food and nutraceuticals. *Trends in Food Science and Technology*. v. 16, p. 171-176.
- Silva, F. A. M., Borges, M. F. M., Ferreira, M. A. (1999) Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Química Nova*, v. 22, n. 1, p. 94-103.
- Sousa, C. M. M.; Silva, H. R.; Vieira-Jr, G. M.; Ayres, M. C. C. et al. (2007) Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais, *Química Nova*, v. 30, n. 2, p. 351-355.
- St. Angelo, A. J. (1996) Lipid oxidation in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 36, n. 3, p. 175-224.
- Tabee, E., Azadmard-Damirchi, S., Jagestad, M., Dutta, P. C. (2008) Lipids and phytosterol oxidation in commercial French fries commonly consumed in Sweden. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 21, n. 2, p. 169-177.
- Tien, M. & Kirk, T. K. (1984) Lignin-degrading enzyme from *Phanerochaete chrysosporium*: purification, characterization, and catalytic properties of a unique H₂O₂- requiring oxygenase. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 81(8), 2280-2284.
- Varlet, V., Prost, C., & Serot, T. (2007) Volatile aldehydes in smoked fish: Analysis methods, occurrence and mechanisms of formation. *Food Chemistry*, 105(4), 1536-1556.
- Velásquez E., Tournier H. A., Buschiazzo P. M., Daavedra G., Schinella G. R. (2003) Antioxidant activity of Paraguayan plant extracts. *Fitoterapia* 74 : 91.
- Wanasundara U. N. & Shahidi F. (1998) Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. *Food Chem.*, 63:335–342.
- Weber, C. I. (2012) Extração de fitase endógena de farelo de arroz integral sua aplicação na produção de ingrediente com baixo teor de ácido fítico e avaliação da adição em dietas para frangos de corte. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Londrina/PR - Universidade Estadual de Londrina - UEL, 103f.
- Williams, D. A., Overholt, W. A., Cuda, J. P., and Hughes, C. R. (2005) Chloroplast and microsatellite DNA diversities reveal the introduction history of Brazilian peppertree (*Schinus terebinthifolius*) in Florida. *Molec. Ecol.* 14: 3643–3656.

- Yu, L.; Scanlin, L.; Wilson, J.; Schmidt, G. (2002) Rosemary extracts as inhibitors of lipid oxidation and color change in cooked turkey products during refrigerated storage. *Journal of Food Science*, v.67, p.582–585.
- Zamora, F., Luengo, G., Margalef, P., Magrina, M. & Arola, L. (1995) Effect of drawing off on colour and phenolic compounds composition of red wine. *Rev. Esp. Cienc. Tecnol. Alim.*, 34(6): 663-671.
- Zheng, W. & Wang, S. Y. (2001) Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal Agriculture Food Chemistry*, Chicago, v. 49, p. 5165-5170.
- Zielinski, H. & Kozłowska, H. (2000) Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Chicago: v. 48, p. 2008-2016.