



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

DANIELE CRISTINA SAVOLDI

**USO DE EXTRATOS NATURAIS COMO ANTIOXIDANTES  
EM LINGUIÇA CALABRESA**

---

Londrina  
2021

DANIELE CRISTINA SAVOLDI

**USO DE EXTRATOS NATURAIS COMO ANTIOXIDANTES  
EM LINGUIÇA CALABRESA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, nível Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Adriana Lourenço Soares Russo.

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ivane Benedetti Tonial.

Londrina  
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Savoldi, Daniele Cristina.

Uso de extratos naturais como antioxidantes em linguiça calabresa / Daniele Cristina Savoldi. - Londrina, 2019.  
75 f. : il.

Orientador: Adriana Lourenço Soares Russo.

Coorientador: Ivane Benedetti Tonial.

Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2019.  
Inclui bibliografia.

1. antioxidantes - Tese. 2. linguiça calabresa - Tese. 3. extratos naturais - Tese. I. Lourenço Soares Russo, Adriana. II. Benedetti Tonial, Ivane. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. IV. Título.

DANIELE CRISTINA SAVOLDI

**USO DE EXTRATOS NATURAIS COMO ANTIOXIDANTES  
EM LINGUIÇA CALABRESA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, nível Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

BANCA EXAMINADORA

---

Orientador: Profa. Dra. Adriana Lourenço Soares  
Russo  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Profa. Dra. Margarida Masami Yamaguchi  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná –  
UTFPR/ Campus Londrina

---

Profa. Dra. Dirlei Diedrich Kieling  
Universidade Federal do Paraná – UFPR/ Campus  
avançado de Jandaia do Sul

Londrina, 26 de abril de 2019.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, proteção, saúde e pelos objetivos alcançados durante todo esse período.

A minha família, especialmente aos meus pais Aliqueu e Maria de Lourdes e meu namorado Josemarque, pelo apoio, compreensão, exemplo, carinho, atenção, ajuda e confiança durante está caminhada.

Aos professores e orientadores, Adriana Lourenço Soares Russo, Ivane Benedetti Tonial e João Francisco Marchi pelo incentivo, auxílio, atenção e conhecimento transmitido durante esses dois anos de mestrado e na elaboração desta pesquisa, além da constante orientação neste trabalho e pelas suas amizades.

Aos colegas do grupo de carnes, em especial a Fernanda, Bárbara, Iolanda e Denis, aos amigos e laboratoristas pela ajuda e apoio, durante o mestrado e realização desta pesquisa,

A todos os professores pelo conhecimento repassado durante o mestrado,  
Gostaria de agradecer também a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para com a realização deste trabalho.

A todos, **MUITO OBRIGADA!**

SAVOLDI, Daniele Cristina. **Uso de extratos naturais como antioxidante em linguiça calabresa**. 2019. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a capacidade antioxidante de extratos liofilizados de orégano e manjeriço e aplicá-los em linguiças calabresas. Também foi objetivo, avaliar a estabilidade oxidativa do produto elaborado. Foram preparados extratos hidroalcoólicos de orégano e manjeriço adquiridos comercialmente na forma desidratada. Os extratos obtidos foram liofilizados e submetidos a avaliação de sua atividade antioxidante pelos métodos DPPH (Captura do radical livre DPPH), FRAP (Redução do Ferro), ABTS (Captura do radical livre ABTS) e compostos fenólicos totais (CFT). O extrato liofilizado de orégano diferiu ( $p < 0,05$ ) do extrato de manjeriço, apresentando maior atividade antioxidante para todos os testes (DPPH, FRAP, ABTS e CFT). Posteriormente, foram elaboradas 5 formulações de linguiça calabresa com diferentes concentrações dos extratos, sendo formulação 1 (F1) com 0,05% de cada extrato, formulação 2 (F2) com 0,1% de extrato de orégano e 0,05% de extrato de manjeriço, formulação 3 (F3) com 0,05% de extrato de orégano e 0,1% de extrato de manjeriço, formulação 4 (F4) com 0,1% de cada extrato e formulação 5 (F5) com 0,075% de cada extrato, além da formulação controle (F6) e da formulação com antioxidante sintético BHT (F7). As linguiças foram avaliadas, quanto a composição química aproximada, pH, acidez, atividade de água, oxidação lipídica, cor e textura. Os resultados para composição química de todas as formulações mantiveram-se dentro dos preconizados pela legislação brasileira para linguiças calabresas. Houve variação nos valores de pH entre as formulações nos diferentes tempos de análise. Verificou-se um aumento na acidez nos tempos de 31 a 53 dias, para F3 e F5. As formulações F3, F2 e F1 foram as formulações com extratos que apresentaram os menores valores de oxidação lipídica. As formulações F1, F2, F6 e F7 apresentaram os maiores valores para o parâmetro  $a^*$  e os menores valores para o parâmetro  $b^*$ . Observou-se redução ( $p < 0,05$ ) de dureza, gomosidade e mastigabilidade ao longo do período de armazenamento para todas as formulações. As formulações F1 e F2 mostraram-se mais eficientes frente a oxidação lipídica, sendo que a F1 apresentou resultados satisfatórios para análise de cor e textura indicando que ambos os extratos de orégano e manjeriço nas concentrações avaliadas podem representar uma alternativa como antioxidante natural para as indústrias de alimentos.

**Palavras-chave:** Orégano. Manjeriço. Linguiça calabresa. Oxidação.

SAVOLDI, Daniele Cristina. **Use of natural extracts as an antioxidant in calabrian sausage**. 2019. 75 p. Dissertation (Master in Food Science) - State University of Londrina, Londrina, 2019.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the antioxidant capacity of lyophilized extracts of oregano and basil and to apply them in calabrian sausages. It was also objective to evaluate the oxidative stability of the elaborated product. Hydroalcoholic extracts of oregano and basil were commercially purchased in the dehydrated form. The extracts were lyophilized and evaluated for their antioxidant activity by DPPH (DPPH free radical capture), FRAP (Iron Reduction), ABTS (free radical capture ABTS) and total phenolic compounds (CFT). The lyophilized extract of oregano differed ( $p < 0.05$ ) from the basil extract, presenting higher antioxidant activity for all the tests (DPPH, FRAP, ABTS and CFT). Subsequently, 5 formulations of calabrian sausage were prepared with different concentrations of the extracts, with formulation 1 (F1) with 0.05% of each extract, formulation 2 (F2) with 0.1% of oregano extract and 0,05% of basil extract, formulation 3 (F3) with 0.05% of oregano extract and 0.1% of basil extract, formulation 4 (F4) with 0.1% of each extract and formulation 5 (F5) with 0.075% of each extract, besides the control formulation (F6) and the formulation with synthetic antioxidant BHT (F7). The sausages were evaluated for chemical composition, pH, acidity, water activity, lipid oxidation, color and texture. The results for chemical composition of all the formulations were kept within those recommended by the Brazilian legislation for Calabrian sausages. There was variation in the pH values between the formulations at the different analysis times. There was an increase in acidity from 31 to 53 days for F3 and F5. The formulations F3, F2 and F1 were the formulations with extracts that presented the lowest values of lipid oxidation. The formulations F1, F2, F6 and F7 presented the highest values for the parameter  $a^*$  and the smallest values for the parameter  $b^*$ . There was reduction ( $p < 0.05$ ) of hardness, guminess and chewing throughout the storage period for all formulations. The F1 and F2 formulations showed to be more efficient against lipid oxidation, and F1 presented satisfactory results for color and texture analysis indicating that both extracts of oregano and basil at the concentrations evaluated may represent an alternative as a natural antioxidant for the industries of food.

**Key words:** Oregano. Basil. Calabrian sausage. Oxidation.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> –	Oxidação induzida pela luz (fotoxidação) .....	18
<b>Figura 2</b> –	Mecanismo de ação da lipoxigenase para formação de hidroperóxidos .....	19
<b>Figura 3</b> –	Esquema geral do mecanismo da oxidação lipídica .....	20
<b>Figura 4</b> –	Manjerição ( <i>Ocimum basilicum</i> ) .....	27
<b>Figura 5</b> –	Orégano ( <i>Origanum vulgare</i> ) .....	29
<b>Figura 6</b> –	Fluxograma do processo produtivo da linguiça calabresa .....	36

### ARTIGO CIENTÍFICO 1

<b>Figura 1</b> –	Estabilidade da atividade antioxidante (método DPPH EC50) dos extratos de Orégano e Manjerição armazenados por 39 dias a -18 °C .....	51
<b>Figura 2</b> –	(A) Valores médios de pH, (B) acidez e (C) atividade de água no decorrer dos 53 dias de vida de útil para cada formulação de linguiça calabresa .....	52

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** – Ingredientes utilizados nas formulações de linguiça calabresa ..... 36

### ARTIGO CIENTÍFICO 1

**Tabela 1** – Atividade antioxidante dos extratos liofilizados de orégano, manjeriço e BHT.....47

**Tabela 2** – Formulações das linguiças calabresas com adição de extratos de orégano (EO) de manjeriço (EM) e antioxidante sintético (BHT) ..... 50

**Tabela 3** – Composição química das linguiças calabresas formuladas com adição de extratos de orégano e manjeriço ..... 51

**Tabela 4** – Oxidação lipídica (mg de TBARS/kg de amostra) de linguiças calabresas formuladas com adição de extratos de orégano e manjeriço..... 53

**Tabela 5** – Análise de cor, luminosidade ( $L^*$ ), parâmetro  $a^*$ , parâmetro  $b^*$ , índice de saturação ( $C^*$ ) e ângulo de tonalidade ( $h^*$ ) ..... 54

**Tabela 6** – Perfil de textura (TPA) das Linguiças calabresas aos 05 e 54 dias de armazenamento ..... 56

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$^3\text{O}_2$	Oxigênio triplete
$^1\text{O}_2$	Oxigênio singlete
RH	Ácido graxo insaturado
ROOH	Hidroperóxido
R•	Radical livre
ROO•	Radical peróxido
TBARS	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
AH	Antioxidante
BHA	Butilhidroxianisol
BHT	Butilhidroxitolueno
TBHQ	Tércio-butil-hidroxiquinona
PG	Galato de propila
ABTS	2,2-AZINO-BIS (3-ethylbenzo-thiazoline-6-sufonic acid)
DPPH	2,2-Diphenyl-1-picryl-hidrazil
CFT	Compostos fenólicos totais
TPTZ	2,4,6-Tris (2piridil)-s-triazida
HCl	Ácido clorídrico
FeSO <sub>4</sub>	Sulfato ferroso
TBA	Ácido-2-tiobarbitúrico
TEP	1,1,3,3-Tetraetoxipropano
TCA	Ácido tricloacético
TEAC	Capacidade antioxidante equivalente de trolox
EC50	Concentração equivalente de amostra necessária para redução em 50% a concentração inicial de DPPH
EAG	Equivalente de ácido gálico
ANOVA	Análise de variância
L*	Luminosidade
a*	Intensidade da cor vermelha
b*	Intensidade da cor amarela
C*	Índice de saturação
h°	Ângulo de tonalidade
TPA	Perfil de textura

NA	Não avaliado
F1	Formulação 1 (0,05% de orégano + 0,05% de manjericão)
F2	Formulação 2 (0,1% de orégano + 0,05% de manjericão)
F3	Formulação 3 (0,05% de orégano + 0,1% de manjericão)
F4	Formulação 4 (0,1% de orégano + 0,1% de manjericão)
F5	Formulação 5 (0,075% de orégano + 0,075% de manjericão)
F6	Formulação 6 (Controle)
F7	Formulação 7 (0,01% de BHT)
AGPI	Ácidos graxos poli-insaturados
AGS	Ácidos graxos saturados
UFC	Unidade formadora de colônia
g	grama

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	14
2.1	OBJETIVO GERAL .....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
3.1	LINGUIÇA CALABRESA .....	15
3.2	PROCESSOS OXIDATIVOS EM PRODUTOS CÁRNEOS .....	16
3.3	ANTIOXIDANTES .....	22
3.3.1	Antioxidantes Naturais .....	24
3.3.1.1	Manjericão .....	27
3.3.1.2	Orégano .....	29
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	32
4.1	PREPARAÇÃO E SECAGEM DOS EXTRATOS DE MANJERICÃO E ORÉGANO.....	32
4.2	DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS EXTRATOS DE MANJERICÃO E ORÉGANO .....	32
4.2.1	Atividade Antioxidante pelo Método DPPH (EC50) .....	33
4.2.2	Atividade Antioxidante pelo Método de Redução do Ferro (FRAP) – Padrão Sulfato Ferroso .....	33
4.2.3	Atividade Antioxidante pelo Método de Redução do Ferro (FRAP) – (TEAC) .....	34
4.2.4	Atividade Antioxidante pelo Método de Captura do Radical Livre (ABTS) .	35
4.3	DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (CFT) .....	35
4.4	PROCEDIMENTOS DE ELABORAÇÃO DA LINGUIÇA CALABRESA .....	36
4.5	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA LINGUIÇA CALABRESA .....	38
4.5.1	Determinação de PH .....	38
4.5.2	Atividade de Água (AW) .....	38
4.5.3	Determinação de Acidez .....	38
4.5.4	Determinação da Composição Química Aproximada .....	38

4.6	ANÁLISE DE OXIDAÇÃO LIPÍDICA – TBARS .....	39
4.7	ANÁLISES FÍSICAS .....	39
4.8.1	Análise da Cor .....	40
4.8.2	Análise da Textura .....	40
4.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	40
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>41</b>
5.1	ARTIGO CIENTÍFICO 1 .....	43
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS GERAIS .....</b>	<b>64</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A industrialização é um processo tecnológico que consiste na transformação da carne em produto cárneo, sendo que, as carnes bovina, suína e avícola são as mais utilizadas na indústria como matérias-primas para elaboração de produtos cárneos. Entre os objetivos da industrialização da carne encontram-se aumentar a vida útil, desenvolver diferentes sabores, entre outros. A carne, por apresentar alto valor nutricional e alto teor de água disponível, torna-se suscetível a deterioração microbiana podendo acarretar danos à saúde do consumidor (TERRA, 2000).

Produtos que apresentam alto teor lipídico podem sofrer reações oxidativas facilmente, dentre estes se destaca a carne *in natura* e seus produtos que por possuírem ácidos graxos poli-insaturados tendem a sofrer oxidação lipídica durante o processamento e conservação (OLIVEIRA et al., 2012).

Os lipídios desempenham um papel importante na qualidade dos alimentos, são responsáveis pelas propriedades sensoriais, como aroma, sabor, coloração, suculência, textura e conteúdo calórico (MCCLEMENTS; DECKER, 2010; ZAGO, 2018). No entanto, os produtos cárneos, como os embutidos, dentre eles, linguiça, salsicha e salame, são passíveis de sofrer facilmente oxidação. Podendo ocasionar mudanças na sua coloração e alterações nas características de maciez, sabor, perda de peso e formação de substâncias tóxicas (OLIVEIRA et al., 2012).

Dentre as principais causas da redução da vida útil de produtos alimentícios industrializados e de matérias primas, encontram-se as reações de oxidação lipídica, sendo economicamente importante compreender os mecanismos de reação, bem como sua forma de controle (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

Com o objetivo de evitar e/ou retardar a deterioração oxidativa dos alimentos e aumentar a estabilidade dos lipídios, a indústria faz uso de aditivos químicos sintéticos e/ou naturais, além do uso do calor, do frio e das boas práticas de fabricação. Dentre os aditivos utilizados pela indústria alimentícia, encontram-se os antioxidantes (RAMALHO; JORGE, 2006; RIBEIRO; SERAVALLI, 2007; OLIVEIRA et al., 2012; LEÃO et al., 2017), os quais podem ser sintéticos ou naturais.

Os antioxidantes sintéticos, na sua maioria, são estruturas fenólicas que possuem variáveis graus de substitutos alquilas e os naturais são compostos fenólicos, como quinonas, lactonas e polifenóis (ARAÚJO, 2012). Os antioxidantes sintéticos são os mais utilizados pela indústria de alimentos, devido o menor custo e grande eficiência (OLIVEIRA

et al., 2012), no entanto, estes antioxidantes devem ser seguros à saúde dos consumidores (RAVELLI, 2011).

Os antioxidantes naturais, por sua vez, estão ganhando destaque e tornando-se mais utilizados pela indústria de alimentos, por serem considerados menos tóxicos à saúde humana. Além disso, há de se considerar o aumento da consciência dos consumidores em relação à segurança dos aditivos alimentares e preocupação com a saúde, o que contribui para a busca cada vez maior por produtos naturais (BHALE et al., 2007; MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2009).

Dentre as especiarias utilizadas como condimentos em produtos cárneos, que além de proporcionar sabor e aroma, apresentam propriedades antimicrobianas e antioxidantes, encontram-se o manjericão e o orégano, os quais têm sido apontados e indicados como possíveis antioxidantes naturais.

Extratos de especiarias da família *Lamiaceae*, como orégano, manjericão, alecrim, sálvia, tomilho, manjerona entre outros, são fontes importante de antioxidantes naturais, apresentando capacidade antioxidante, em alguns casos inclusive superiores ao butilhidroxitolueno (BHT) (SILVEIRA, 2012).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

- Investigar a ação antioxidante de extratos naturais em linguiça calabresa.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Produzir extratos de manjeriço e orégano;
- Avaliar o potencial antioxidante dos extratos de manjeriço e orégano;
- Aplicar os extratos como antioxidantes naturais em linguiça calabresa;
- Avaliar as características de textura, cor, pH, atividade de água e acidez das linguiças calabresas elaboradas;
- Avaliar a oxidação lipídica das linguiças calabresas elaboradas durante armazenamento a 4 °C;
- Determinar a composição química aproximada das linguiças calabresas elaboradas.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 LINGUIÇA CALABRESA

A carne e seus produtos são de grande importância para a alimentação humana, sendo excelente fonte de proteínas de alto valor biológico, vitaminas, gordura e sais minerais, além de apresentarem atributos sensoriais importantes, como aparência, textura e sabor, os quais também estão relacionados com a qualidade da carne (WEBER; ANTIPATIS, 2002; STRASBURG; XIONG, CHIANG, 2010), sendo a carne suína uma das mais consumidas em todo o mundo (BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2002).

Atualmente, consumidores tem buscado por produtos com qualidade nutricional e funcional, neste sentido, a redução da utilização de aditivos sintéticos, fortalece a busca por aditivos naturais com propriedades antioxidantes e que não tragam risco à saúde (PIEIDADE, 2007).

A produção de linguiça é uma forma de industrialização que vem sendo executada desde a antiguidade, para conservação da carne. Grandes variedades de linguiças passaram a ser comercializadas na idade média, sendo que, o tipo de linguiça era influenciado pelo clima predominante na região. Em climas frios, produziam-se as variedades frescas cruas ou defumadas, em climas mais quentes, fabricavam-se embutidos desidratados (TERRA, 2000).

O Brasil é considerado um grande produtor de embutidos cárneos, sobretudo, pela elevada produção de carne. O que diferencia um produto do outro é sua composição, tipos de condimentos utilizados, tamanho da moagem da matéria-prima, período de maturação e processo de defumação (SPAKI; MONTANHINI, 2014). A indústria de embutidos cárneos tem apresentado novas formulações, visando à melhoria da qualidade, bem como a segurança desses produtos (QUEIROZ, 2006).

De acordo com a Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000 do Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento “Entende-se por linguiça o produto cárneo industrializado, obtido de carnes de animais de açougue, adicionados ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido ao processo tecnológico adequado” (BRASIL, 2000). Diversas linguiças são designadas de acordo com as regiões onde foram desenvolvidas, como a linguiça calabresa (Calábria, Itália), toscana (Toscana, Itália), portuguesa (Portugal), entre outras (TERRA, 2000).

A linguiça pode ser classificada de acordo com a tecnologia de fabricação em: produto fresco; produto seco, curado e/ou maturado; produto cozido; outros. De acordo com a composição da matéria-prima e das técnicas de fabricação em: linguiça calabresa, linguiça portuguesa, linguiça toscana, paio, sendo que para alguns destes tipos (tipo calabresa, tipo portuguesa e paio) é permitido à utilização de até 20% de carne mecanicamente separada (CMS) (BRASIL, 2000).

A linguiça calabresa “é o produto obtido exclusivamente de carne suína, curado, adicionado de ingredientes, devendo ter o sabor picante característico da pimenta calabresa submetida ou não ao processo de estufagem ou similar para desidratação e ou cozimento, sendo o processo de defumação opcional” (BRASIL, 2000). Dentre os ingredientes obrigatórios encontram-se: carnes das diferentes espécies de animais de açougue e sal. E os ingredientes opcionais: gordura, água, açúcares, plasma, aditivos intencionais, aromas, especiarias e condimentos (BRASIL, 2000).

Entre os requisitos estabelecidos pela legislação, as características sensoriais das linguiças são definidas de acordo com o processo de obtenção, devendo apresentar textura, cor, sabor e odor característicos e entre as características físico-químicas as linguiças cozidas devem apresentar umidade  $\leq 60\%$ ; gordura  $\leq 35\%$ ; proteína  $\geq 14\%$  e cálcio (base seca)  $\leq 0,3\%$  (BRASIL, 2000).

### 3.2 PROCESSOS OXIDATIVOS EM PRODUTOS CÁRNEOS

A carne e os produtos cárneos são importantes para a alimentação humana, uma vez que ambos apresentam alto valor nutricional, devido à presença de aminoácidos essenciais, lipídios, vitaminas e minerais (CAVA, 2007; OLIVEIRA et al., 2012). Os lipídios são constituintes relevantes nas carnes, proporcionando características desejáveis de suculência, sabor, aroma, valor nutricional e propriedades tecnológicas (OLIVO, 2006), além de atuarem como veículo para transporte de vitaminas (GUERRA; LAJOLO, 2005). Sendo que, um grande desafio para a indústria de carnes é fornecer produtos macios, suculentos, com cor e sabor agradáveis, mantendo as características de frescor estáveis durante toda a vida útil, com segurança e menor custo (KUFNER, 2010).

Entretanto, os produtos cárneos são susceptíveis a alterações físico-químicas e microbiológicas, devido a sua composição química, como, a presença de lipídios insaturados, pigmentos heme, catalisadores e diversos tipos de agentes oxidativos presentes no tecido muscular, tanto no processamento como no armazenamento (OLIVO, 2006; LEÃO

et al., 2017; ZAGO, 2018). Estas alterações podem promover a deterioração da qualidade sensorial e nutricional dos alimentos, além de ocasionar a formação de produtos tóxicos e indesejáveis, prejudiciais à saúde do consumidor (GUERRA; LAJOLO, 2005; ORDÓÑEZ et al., 2005; ANDREO; JORGE, 2006; OLIVO, 2006; OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006; MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2007; CECCHI, 2007; RAVELLI, 2011).

As alterações oxidativas dos lipídios em produtos cárneos é um dos fatores que diminuem a vida útil desses produtos, sendo que, estas alterações acontecem espontaneamente e não são inibidas expressivamente com a utilização das baixas temperaturas (FERREIRA; SANTOS; MEDEIROS, 2001).

Entre alguns fatores que contribuem para alterações químicas em alimentos, encontra-se a temperatura, tempo e condições de processamento, de transporte e armazenamento. Além destes, outros fatores contribuem para o desenvolvimento da oxidação lipídica em carnes, entre eles, a adição de alguns ingredientes a formulação do produto, o tipo de embalagem e a exposição à luz (MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2007; MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2009).

Diversos fatores afetam a velocidade de oxidação, contribuindo no aumento da mesma, dentre eles encontram-se, a presença de ácidos graxos livres, metais, oxigênio, além de outros fatores (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007; MARANGONI, 2007). Os ácidos graxos insaturados são os principais substratos para a reação de oxidação lipídica, sendo que, os carbonos adjacentes às ligações duplas são centros ativos que podem reagir com o oxigênio, e quanto maior a quantidade e a disponibilidade de ácidos graxos insaturados, maior será a velocidade de oxidação (ANDREO; JORGE, 2006; RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

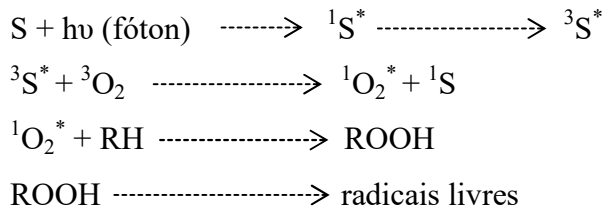
A oxidação lipídica nos músculos inicialmente ocorre nas frações dos fosfolipídios ao nível de membranas subcelulares (mitocôndrias e microsomas), sendo que, apresentam grande quantidade de ácidos graxos poli-insaturados. A interação de agentes pró-oxidantes, como o ferro com os ácidos graxos poli-insaturados, dá origem a radicais livres e a propagação de reações oxidativas (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006).

A degradação oxidativa dos ácidos graxos insaturados pode acontecer por diversas vias, de acordo com o meio e com agentes catalisadores dos alimentos (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999; RAMALHO; JORGE, 2006), sendo: fotoxidação, oxidação enzimática e autoxidação (SOARES et al., 2012).

O mecanismo de fotoxidação (Figura 1) das gorduras insaturadas é ocasionado, sobretudo pela radiação UV na presença de sensibilizadores como mioglobina e

engloba a participação de oxigênio singleto ( $^1\text{O}_2$ ) como intermediário reativo dos alimentos (KUFNER, 2010).

**Figura 1** - Oxidação induzida pela luz (fotoxidação)



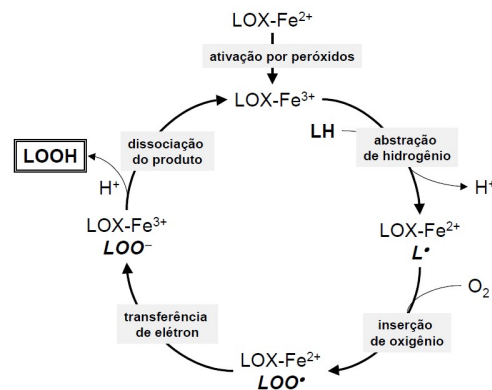
Onde:  $^1\text{S}$  - sensibilizador no estado singleto;  $^1\text{S}^*$  - sensibilizador no estado singleto, excitado;  $^3\text{S}^*$  - sensibilizador no estado tripleto, excitado;  $^3\text{O}_2$  - oxigênio tripleto, estado basal;  $^1\text{O}_2^*$  - oxigênio singleto, estado excitado; RH – triglicerídeo ou ácido graxo insaturado; ROOH – hidroperóxido.

**Fonte:** Regitano-d'Arce (2009).

Os sensibilizadores exigidos para converter oxigênio tripleto ( $^3\text{O}_2$ ) para oxigênio singleto ( $^1\text{O}_2^*$ ) podem ser encontrados em alimentos. O sensibilizador passa de um estado singleto para um estado tripleto excitado através da absorção de um fóton de energia. O sensibilizador no estado tripleto excitado reage com uma molécula de oxigênio tripleto, convertendo-a a seu estado excitado singleto. O produto primário da fotoxidação é o hidroperóxido (REGITANO-D'ARCE, 2009).

A oxidação enzimática é ocasionada pela ação das enzimas lipoxigenases, gerando aromas voláteis similares aos produzidos no decorrer da autoxidação, apesar das proporções relativas dos produtos variarem bastante, dependendo da especificidade da enzima e das condições da reação (SOARES et al., 2012). Estas enzimas são encontradas dispersas no reino animal e vegetal, agem catalisando a liberação de íons ferro não heme por meio da desoxigenação de ácidos graxos poli-insaturados (CAVA, 2007), formando radicais livres. A lipoxigenase é ativada pelo peróxido e o  $\text{Fe}^{2+}$  presente no seu centro ativo é oxidado a  $\text{Fe}^{3+}$ , transferindo um elétron para o oxigênio. O radical peroxil formado é reduzido pela lipoxigenase, posteriormente ocorre a liberação do peróxido (Figura 2) (ARAÚJO, 2012).

**Figura 2 - Mecanismo de ação da lipoxigenase para formação de hidroperóxidos**

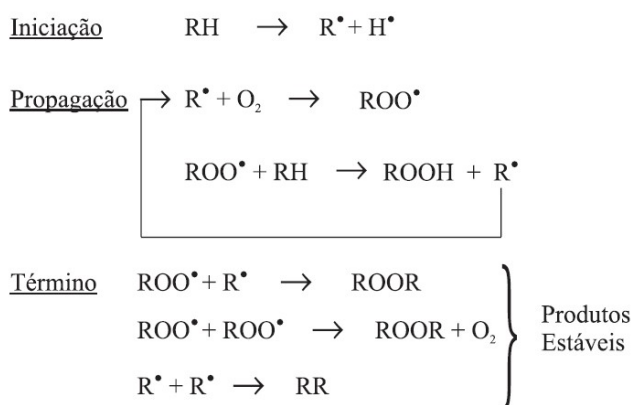


Onde: LOX – Lipoxigenase; L• – Radical lipídico; LOOH- hidroperóxidos de lipídios; LH: Cadeia de lipídio do PUFA (Ácido graxo poli-insaturado); LOO•: radical peróxido; LOO⁻ - ânion peróxido; Fe<sup>2+</sup> e Fe<sup>3+</sup>: íons de ferro; O<sub>2</sub>: oxigênio; H<sup>+</sup>: hidrogênio.

**Fonte:** Kuhn & Borchert (2002) adaptado de Groot et al. (1975).

A autoxidação, por sua vez, trata-se de um fenômeno químico complexo, que envolve reações radiculares capazes de auto-propagação e é dependente do tipo de ação catalítica, como temperatura, íons metálicos, radicais livres e pH; contempla uma série de reações químicas que acontece entre o oxigênio atmosférico e os ácidos graxos insaturados dos lipídios (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007; LIMA JÚNIOR et al., 2013).

É um processo de reação em cadeia de radicais livres (Figura 3), ocorrendo em três fases: 1) a fase de iniciação acontece quando um ácido graxo insaturado forma um radical livre, por meio da abstração de um átomo de hidrogênio de sua molécula, reagindo rapidamente com o oxigênio triplete (<sup>3</sup>O<sub>2</sub>) e formando um radical peróxido; 2) a fase de propagação contempla a continuação e aceleração desta reação em cadeia e 3) a fase de término onde os radicais livres começam a reagir entre si, levando a formação de espécies não radicais estáveis. A oxidação também pode acontecer na presença de oxigênio singlete (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>), neste caso, o ácido graxo insaturado formará um hidroperóxido pela introdução direta de <sup>1</sup>O<sub>2</sub> em um dos carbonos adjacentes ao carbono da ligação dupla do ácido graxo (MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2007).

**Figura 3** - Esquema geral do mecanismo da oxidação lipídica

onde: RH - Ácido graxo insaturado; R<sup>•</sup> - Radical livre;  
 ROO<sup>•</sup> - Radical peróxido e ROOH - Hidroperóxido

**Fonte:** Ramalho & Jorge (2006).

Na indústria de alimentos, a rancidez oxidativa ou hidrolítica, é um dos problemas técnicos mais importantes, que acaba ocasionando a deterioração do produto (CECCHI, 2007) gerando perdas econômicas significativas.

Os hidroperóxidos são considerados produtos primários da autooxidação de gorduras insaturadas, sendo os ácidos graxos insaturados, componentes de fosfolípidios e triglicerídeos das membranas celulares os principais substratos para desenvolvimento da rancidez oxidativa (ORDÓÑEZ et al., 2005; SOARES et al., 2009).

A formação do odor e sabor das gorduras não está diretamente relacionada com os hidroperóxidos. No entanto, eles são muito instáveis e se decompõem rompendo a cadeia hidrocarbonada, formando uma variedade de substâncias, dentre elas, aldeídos, álcoois, cetonas, ésteres e outros hidrocarbonetos, que são responsáveis pelo odor e gosto indesejáveis, característicos de ranço, os quais são responsáveis por *off flavors* e *off odors*, que são causas importantes de rejeição do produto pelo consumidor (OLIVO, 2006; RIBEIRO; SERAVALLI, 2007; LIMA JÚNIOR et al., 2013).

A rancidez hidrolítica ou lipólise ocorre através da hidrólise da ligação éster pela ação de lipases e umidade (CECCHI, 2007), ocasionando a liberação de ácidos graxos dos triglicerídeos para o meio, podendo ser desejáveis ou indesejáveis à qualidade do alimento. A degradação da gordura pela ação da lipase é acelerada pela ação da luz e do calor, levando a formação de ácidos graxos livres que proporcionam o desenvolvimento de características sensoriais indesejáveis, sobretudo em gorduras que apresentam ácidos graxos de baixo peso molecular (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Além da oxidação lipídica, outra reação importante que causa a deterioração de produtos cárneos é a oxidação do pigmento. A oxidação da forma ferrosa nativa à forma férrica e a sua redução novamente à forma ferrosa são reações de grande importância na química da cor dos derivados de mioglobina, o que influencia diretamente na cor da carne. A oxidação da mioglobina ocasiona a formação de uma coloração indesejável à carne. O processamento também pode influenciar direta ou indiretamente na cor da carne e seus derivados, pois, as diferentes condições podem ocasionar modificações do estado químico dos pigmentos, dentre os quais, tem-se: o cozimento, a refrigeração, congelamento, forma de embalagem, presença e tipo de luz durante o armazenamento, adição de substâncias como sal, nitrito, entre outros (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Os parâmetros de cor e aparência são atributos muito importantes para a determinação da qualidade dos alimentos, são amplamente utilizados para avaliação da qualidade da carne, pois estão diretamente relacionados com a qualidade da matéria-prima (RAMOS; GOMIDE, 2007), sendo que, a oxidação lipídica e a oxidação do pigmento são causas importantes de deterioração em produtos cárneos, podendo levar a alterações nas características de qualidade do produto, o que pode influenciar na decisão de compra pelos consumidores (OLIVO, 2006).

A extensão das reações oxidativas pode levar ao comprometimento da qualidade final dos produtos industrializados durante sua vida útil, devido a isso, alguns cuidados devem ser tomados durante o processo tecnológico, como temperatura controlada e ausência de luz (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2006).

A estabilidade da carne para ocorrência do desenvolvimento de rancidez é influenciada pelo equilíbrio entre a presença de antioxidantes nos tecidos dos animais, o nível de instauração, quantidade de ácidos graxos e presença de pró-oxidantes (LIMA JÚNIOR et al., 2013).

A oxidação lipídica em carnes pode ser verificada pela determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) (VIEIRA, 2012). Análises como índice de peróxido e TBARS proporcionam informações sobre o estado oxidativo e a tendência a rancidez do alimento analisado (PEREIRA, 2009). O teste de TBARS é um método que quantifica o malonaldeído, o qual é um dos principais produtos da decomposição de hidroperóxido de ácidos graxos poli-insaturados formados durante a oxidação lipídica. O ácido 2-tiobarbitúrico reage com o malonaldeído formando um composto de cor vermelha, medido no espectrofotômetro a 532 nm (CAMPAGNOL, 2007).

O esclarecimento do mecanismo de oxidação lipídica em alimentos e a aplicação dos métodos de quantificação e controle são muito importantes devido aos problemas ocasionados pelos mesmos (SOARES et al., 2012). Diversas tecnologias estão sendo desenvolvidas a fim de reduzir a oxidação lipídica e aumentar a vida útil da carne, dentre elas, embalagens a vácuo, atmosfera modificada e utilização de antioxidantes (LIMA JÚNIOR et al., 2013).

### 3.3 ANTIOXIDANTES

Antioxidantes são conservantes adicionados aos alimentos, com o objetivo de reduzir alterações durante o seu processamento, armazenamento e comercialização (SOARES et al., 2012) ou impedir a oxidação lipídica (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007; RAVELLI, 2011), podendo ser sintéticos ou naturais.

Os antioxidantes são utilizados pela indústria durante o processamento para retardar e/ou inibir alterações oxidativas e reduzir perdas nos produtos cárneos, estender a vida útil dos produtos alimentícios e como consequência aumentar a estabilidade da cor (OLIVO, 2006; CAVA, 2007; PEREIRA, 2009), sendo que, as alterações oxidativas são fator limitante da qualidade, aceitação e estabilidade da carne e dos seus subprodutos (LAROSA, 2011).

Os antioxidantes sintéticos e naturais agem de diversas maneiras: interferindo na participação do oxigênio singlete, atuando como inibidores da reação, doando hidrogênio ou como aceptores de radicais livres dos ácidos graxos. Estes últimos reagem inicialmente com  $RO_2^\bullet$ , este mecanismo faz com que ocorra uma competição entre esses antioxidantes (AH) e posteriormente a propagação da reação em cadeia com a presença do ácido graxo (RH) que é o substrato normal da reação (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

De acordo com sua ação, os antioxidantes podem ser classificados em primários e secundários. Os primários agem interrompendo a cadeia de reação oxidativa, através da doação de elétrons ou hidrogênio aos radicais livres, levando a formação de produtos mais estáveis e/ou reagindo com os radicais livres (MACEDO, 2005; OLIVO, 2006). Dentre os antioxidantes primários encontram-se o butilhidroxitolueno (BHT), butilhidroxianisol (BHA), ésteres do ácido gálico, butil-hidroquinona, tocoferol e flavonóides.

Os antioxidantes secundários agem retardando a etapa de iniciação da autooxidação, através, da complexação de metais, sequestro de oxigênio, decomposição de

hidroperóxidos, absorção da radiação ultravioleta ou desativação de oxigênio singlete (MACEDO, 2005; OLIVO, 2006; CAVA, 2007).

Os antioxidantes podem ser utilizados na forma individual ou combinados, e a utilização requer experiência e conhecimento, para garantir a qualidade dos produtos e a segurança alimentar (OLIVO, 2006; PEREIRA, 2009). Quando adicionados aos alimentos, não podem ocasionar efeitos fisiológicos negativos, produzirem cores, odores e sabores atípicos (ANDREO; JORGE, 2006). Além de apresentarem eficiência em baixas concentrações, serem compatíveis com o alimento, de fácil aplicação, serem estáveis as condições de processamento, armazenamento e não apresentarem toxicidade. Deve ser considerada também a legislação vigente, bem como, o custo na escolha e utilização do antioxidante na indústria (ORDÓÑEZ et al., 2005; PEREIRA, 2009; KUFNER, 2010).

Os compostos fenólicos sintéticos ou produtos naturais como os tocoferóis são os antioxidantes mais utilizados em alimentos, estes antioxidantes sofrem destruição no decorrer de sua ação conservadora, perdendo sua eficiência com o tempo. Para melhorar o efeito dos antioxidantes fenólicos são utilizadas misturas de antioxidantes os quais atuam de forma sinérgica e também pela presença de quelantes de metais pró-oxidantes. O efeito dos antioxidantes fenólicos é ocasionado pela formação de radicais estáveis que reduzem a velocidade da reação, bem como o número de radicais livres reativos (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

De acordo com a RDC Nº 272 de 14 de março de 2019 que estabelece os aditivos alimentares autorizados para uso em carnes e produtos cárneos, mostra que para a sub-categoria “Industrializados cozidos”, podem ser utilizados como antioxidantes, o ácido ascórbico, o ascorbato de sódio, de cálcio ou de potássio, ácido eritórbito, ácido isoascorbico, eritorbato de sódio, isoascorbato de sódio, galato de propila, BHA, BHT, ácido cítrico e o D-alfa-tocoferol (BRASIL, 2019), contemplando todos os produtos industrializados, que durante seu processo de elaboração sofreram um processo de cozimento (BRASIL, 2019).

A oxidação lipídica dos alimentos é inibida por uso de compostos sequestradores de radicais livres. Dentre os antioxidantes sintéticos mais utilizados na indústria de alimentos encontram-se: o BHA, BHT, tércio-butil-hidroxiquinona (TBHQ), galato de propila (PG) e palmitato de ascorbila (SOARES, 2002; RAMALHO; JORGE, 2006; RIBEIRO; SERAVALLI, 2007; MARANGONI, 2007; OLIVEIRA et al., 2012).

É permitida pela legislação a adição de no máximo 0,01% para os antioxidantes galato de propila, BHA e BHT em relação ao teor de gordura do alimento sozinho ou em combinação (BRASIL, 2019).

### 3.3.1 Antioxidantes naturais

A busca por uma alimentação mais saudável e a preocupação com a saúde, tem feito com que os consumidores procurem alimentos com menos aditivos ou que sejam provenientes de fontes naturais (MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2007; SHIMANO, 2012; ZAGO, 2018).

Com o objetivo de reduzir os problemas ocasionados pelos processos oxidativos, a indústria vem utilizando os antioxidantes sintéticos, no entanto, alguns apresentam problemas de solubilidade, outros contribuem para sabores desagradáveis e alguns podem apresentar toxicidade, limitando o seu emprego em alimentos ou material de embalagem (GUERRA; LAJOLO, 2005).

Devido a indicações de problemas que podem ser ocasionados pelo consumo de antioxidantes sintéticos, pesquisas vêm sendo desenvolvidas a fim de encontrar produtos naturais com atividade antioxidante, com o intuito de substituir os antioxidantes sintéticos ou fazer associação entre eles (SOARES, 2002; MARANGONI, 2007; SOUSA et al., 2007), sendo que, estudos de condimentos e ervas aromáticas como antioxidantes naturais tornam-se necessário (MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2007).

Pesquisas realizadas relataram que diversos vegetais apresentam em sua composição compostos com ação antioxidante, entre os quais se destacam as especiarias, ingredientes utilizados no preparo de alimentos, desde os primórdios da História, a fim de destacar as características sensoriais e também para preservá-las (MELO et al., 2003). De acordo com a Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2005), as especiarias são definidas como “produtos constituídos de partes (raízes, rizomas, bulbos, cascas, folhas, flores, frutos, sementes, talos) de uma ou mais espécies vegetais, tradicionalmente utilizadas para agregar sabor ou aroma aos alimentos e bebidas”, dentre essas especiarias encontram-se o orégano e o manjeriço.

A pesquisa por novos antioxidantes naturais vem crescendo nos últimos anos, o que tem levado as indústrias de alimentos, cosméticos e farmacêuticos, a atentar-se em novas fontes de antioxidantes naturais, como a utilização de óleos essenciais como ingredientes funcionais (SCHERER et al., 2009; KUFNER, 2010).

Os antioxidantes naturais englobam as diversas variedades de substâncias que se encontram nas plantas, que podem inibir ou controlar a oxidação lipídica (ORDÓÑEZ et al., 2005; PEREIRA, 2009). Várias fontes de antioxidantes naturais são conhecidas, dentre elas, algumas são encontradas no reino vegetal (ANGELO; JORGE, 2007).

Em busca de produtos mais práticos, que precisam de agentes com propriedades conservantes para prolongar a vida útil e mais saudável, uma alternativa é a utilização de óleos essenciais, os quais podem apresentar propriedades antimicrobianas e/ou antioxidantes (BOTRE et al., 2010).

As plantas aromáticas, além de proporcionar sabor e aroma, apresentam óleos essenciais com propriedades funcionais. Estas plantas, na maioria das vezes apresentam óleos essenciais com ações flavorizantes, antibacteriana e antioxidante comprovada. Devido a estas propriedades, tem despertado interesse e podem ser uma alternativa para conservação dos alimentos, reduzindo a concentração de aditivos sintéticos nestes produtos (SILVESTRI et al., 2010; SILVEIRA, 2012; BERALDO et al., 2013).

Alguns temperos e ervas, utilizadas, além de proporcionarem sabor, prolongam a vida útil dos alimentos, por exibirem atividade bactericida e alguns previnem a rancificação por apresentarem atividade antioxidante (KUFNER, 2010). Os condimentos apresentam papel importante na produção de embutidos cárneos, além de participarem como componentes de sabor e aroma (SCHEID, 2001).

Além de conferir aroma e sabor a utilização de especiarias é algo cultural e varia de acordo com os gostos regionais, local, fauna e flora. A diversidade de especiarias e suas inúmeras combinações proporcionam experiências sensoriais definidas, modificando e aprimorando essas características nos alimentos (MARANGONI, 2007), podendo ser acrescentadas aos alimentos de diversas formas, inteiras, frescas, secas, como extratos isolados e/ou óleo essencial, cada forma pode apresentar diferentes compostos, com quantidade variada, bem como, com diferentes atividades antioxidantes (DEL RÉ; JORGE, 2012; OLIVEIRA et al., 2012).

Em grande parte dos casos é possível verificar que, a propriedade antioxidante das especiarias e plantas, está principalmente, relacionada aos níveis de compostos fenólicos que ocorrem naturalmente, admitindo assim a importância da estabilidade à oxidação lipídica. Eles agem interrompendo a cadeia de radicais livres no início do processo oxidativo (MACEDO, 2005; MARANGONI; MOURA, 2011; OLIVEIRA et al., 2012). Os flavonóides e terpenóides (como timol, carvacrol e eugenol) são compostos que também possuem atividade antioxidante (DEL RÉ; JORGE, 2012).

Dentre a família dos compostos fenólicos poucos distribuídos na natureza encontram-se os fenóis simples, o pirocatecol, a hidroquinona e o resorcinol, bem como, a esta família pertencem os aldeídos derivados dos ácidos benzóicos, que são constituintes dos óleos essenciais como a vanilina. Na família dos compostos fenólicos amplamente

encontrados na natureza, estão presentes dois grupos, os flavonóides (antocianinas, flavonas, flavonóis, auronas, claconas e isoflavonas) e derivados e os ácidos fenólicos (ácidos benzóico, cinâmico e seus derivados) e cumarina (SOARES, 2002).

Os flavonóides são metabólitos secundários produzidos pelas plantas (HUBER; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008), são encontrados em frutas, folhas, sementes, bem como, estão presentes em outras partes da planta na forma de glicosídeos ou agliconas. Dentre algumas classes que fazem parte do grupo dos flavonóides, encontram-se, os flavonóis, isoflavonas e flavononas, as quais se diferenciam, sobretudo, pelo número e posição de hidroxilas e metoxilas que estão presentes nos dois anéis aromáticos. As flavonas e os flavonóis são as duas principais classes presentes na natureza, das quais fazem parte as agliconas, campferol, quercetina e apigenina, luteolina e tricetinas entre os mais comuns (MACEDO, 2005). Fazem parte dos ácidos benzóicos dois grupos, os derivados do ácido hidroxinâmico, onde os mais frequentemente encontrados na natureza são os ácidos p-cumárico, ferúlico, caféico e sináptico, os quais estão presentes nas plantas na forma de ésteres como o ácido clorogênico, éster do ácido quínico. Fazem parte do grupo dos derivados do ácido hidroxibenzóico, os ácidos protocatecuíco, valínico, siríngico, gentísico, salicítico, elágico e gálico (MACEDO, 2005; OLIVEIRA et al., 2012).

Dentre os antioxidantes naturais, encontram-se os tocoferóis, os ácidos fenólicos e os encontrados nas especiarias e extratos de plantas, como a sálvia, a pimenta, noz moscada, alecrim, coentro, orégano, entre outros (ORDÓÑEZ et al., 2005; RAMALHO; JORGE, 2006; MARANGONI, 2007; RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Os tocoferóis são encontrados, sobretudo, em sementes oleaginosas e folhas e apresentam atividade antioxidante e vitamina E (MACEDO, 2005). A sua atividade antioxidante é devido à capacidade de doar seus hidrogênios fenólicos aos radicais livres dos lipídios detendo a propagação da cadeia (RAMALHO; JORGE, 2006).

A desvantagem principal da utilização dos antioxidantes naturais é a sua fácil percepção no alimento por parte dos consumidores em comparação com os aditivos sintéticos (KUFNER, 2010). Entre as vantagens da utilização de antioxidantes naturais encontra-se a aceitação imediata do consumidor, bem como, não apresentam utilização limitada pela legislação (MARANGONI, 2007; BORBA et al., 2012).

### 3.3.1.1 Manjericão

A família *Lamiaceae* compreende em torno de 200 gêneros e cerca de 3500 espécies naturais, sobretudo do Mediterrâneo, apesar de algumas terem origem na Austrália, Sudoeste da Ásia e América do Sul (JUSTO et al., 2008; DEL RÉ; JORGE, 2012). Dentre as principais espécies consumidas no Brasil pertencentes a esta família encontram-se o alecrim, o manjericão, o orégano, a sálvia e o tomilho, sendo que o manjericão (*Ocimum basilicum*) destaca-se pela importância econômica (DEL RÉ; JORGE, 2012).

O *Ocimum basilicum* L. é uma planta herbácea, aromática e medicinal, sendo denominada popularmente como manjericão, conhecida desde a antiguidade pelos indianos, gregos, egípcios e romanos (ROSADO et al., 2009; GÜEZ, 2014). É comercialmente cultivado em vaso ou em canteiros para uso de suas folhas verdes e aromáticas, utilizadas frescas ou secas como tempero ou aromatizantes. Os óleos essenciais possuem propriedades antimicrobianas e antioxidantes, além disso, o manjericão possui outras finalidades podendo ser utilizados para fins farmacêuticos, culinários, ornamental, aromático e cosmético (VITOR, 2014).

O manjericão é uma planta que apresenta caule ereto e ramificado, atingindo cerca de um metro de altura, possuem folhas delicadas, ovaladas e de cor verde-brilhante. Existem aproximadamente 60 variedades diferentes de manjericão, com variação na cor, tamanho, forma das folhas, porte da planta e concentração de aroma (GÜEZ, 2014) (Figura 4).

**Figura 4** – Manjericão (*Ocimum basilicum*)



**Fonte:** <<http://banhospoderosos.info/banho-de-manjericao>>.

Nas indústrias alimentícias, o manjericão é largamente utilizado como aromatizante, em azeites, vinagres, massa de tomate e queijo, evidenciando a versatilidade do uso dessa planta, bem como sua importância econômica no agronegócio (JANNUZZI, 2013).

Dentre alguns compostos presentes nos extratos de manjeriço, encontram-se o eugenol, timol e carvacrol, os quais possuem capacidade de inibir a oxidação, comparável aos antioxidantes conhecidos, BHT e  $\alpha$ -tocoferol (DEL RÉ; JORGE, 2012).

A composição dos óleos essenciais, que são extraídos das folhas e dos ápices com inflorescência do manjeriço podem variar de acordo com a espécie e a localização geográfica, podendo ser classificados em quatro quimiotipos, dependendo dos componentes que estão presentes em maior quantidade no óleo, como, quimiotipo linalo-metil chavicol, metil chavicol, metil cinamato e quimiotipo eugenol (MARTINS et al., 2010). Dentre os componentes químicos presentes no óleo essencial, do gênero *Ocimum*, o tipo monoterpene oxigenado é o componente majoritário, com os seguintes representantes: linalol; cânfora, 1,8-cineol, citral, timol (JANNUZZI, 2013), além de apresentar outros constituintes como metil-chavicol (estragol), eugenol (PASCUAL-VILLALOBOS; BALESTA-ACOSTA, 2003).

Há busca por alimentos mais saudáveis, que apresentem propriedades funcionais e antioxidantes e o manjeriço tem apresentado essas propriedades, além de apresentar um longo histórico na gastronomia e na fitoterapia (JANNUZZI, 2013).

Estudos evidenciam que o manjeriço apresenta elevadas concentrações de compostos fenólicos que estão associados a capacidade antioxidante (GUIMARÃES, 2015). Mendes, Rodrigues-das-dores e Campideli (2015) desenvolveram preparações (temperos) com plantas condimentares e observaram que a preparação condimentar constituída por alho, salsa e manjeriço apresentou maior teor de compostos fenólicos. Estudos feitos com chá de manjeriço demonstraram uma boa relação entre a atividade antioxidante do chá e o teor de compostos fenólicos totais (ACHKAR et al., 2013).

Güez (2014) verificou que o extrato de manjeriço atua como um antioxidante, o que pode ser explicado pela composição do extrato, pela abundância de polifenóis e flavonóides, bem como, pela presença de outros compostos como ácido rosmarínico, o qual possui potencial antioxidante estabelecido. Em trabalho realizado por Gonçalves, Santos e Moraes (2015) verificou-se que o manjeriço desidratado apresentou uma capacidade antioxidante de 73,8% para o extrato aquoso e de 92,6% para o extrato alcoólico quando medido pelo método de DPPH. Henrique, Ferreira e Nunes (2017) concluíram em seu estudo que, *Ocimum basilicum* L. possuía significativa ação antioxidante, podendo ser de grande utilidade para a indústria de alimentos como antioxidante natural.

Santos, Barreiros e Andrade (2011) investigaram a atividade antimicrobiana do extrato bruto e alcoólico de manjeriço nas concentrações de 10, 20 e 30% sobre o

*Staphylococcus aureus* quando incubado a 37 °C por 24 horas e observaram uma satisfatória atividade antimicrobiana. Gomes et al. (2016) avaliaram a eficiência dos óleos essenciais de copaíba, cravo-da-índia e manjerição na redução da incidência de fungos associados às sementes de feijão-fava e verificaram que os óleos essenciais de copaíba e manjerição reduziram o percentual de incidência dos fungos associados as sementes de feijão-fava.

Martins et al. (2010) realizaram teste *in vitro* do óleo essencial de manjerição frente a diferentes sorogrupos de *E. coli* EPEC clássica, e o mesmo mostrou atividade antibacteriana significativa, indicando que pode ser usado como uma alternativa para combater as toxinfecções ocasionadas por *E. coli*.

### 3.3.1.2 Orégano

O orégano, assim como, o alecrim, a sálvia, o tomilho, o manjerição, a manjerona e a menta pertencem à família *Lamiaceae* (JUSTO et al., 2008). Pertencem ao gênero *Origanum* aproximadamente 39 espécies, são plantas herbáceas e ramificadas, sendo um dos condimentos mais consumidos no mundo (LAROSA, 2011), dentre as espécies desse gênero encontra-se o orégano (*Origanum vulgare*) (Figura 5).

O orégano é uma planta abundante, rizomatosa, baixa e rasteira, no entanto, no florescimento ergue seus ramos, podendo chegar a 0,60 m de altura, mesmo que geralmente, não alcance mais que 0,25 a 0,40 m. Possui folhas pequenas, inteiras e opostas (FILHO, 2007).

**Figura 5** - Orégano (*Origanum vulgare*).



**Fonte:** <<http://natural.enternauta.com.br/wp-content/uploads/2015/09/oregano.jpg>>.

Os condimentos dessa família têm sido estudados devido à característica antioxidante de seus compostos fenólicos (MORAIS et al., 2009). Dentre as plantas mais

utilizadas em produtos cárneos que possuem atividade antioxidante encontram-se o orégano, alecrim e sálvia, as quais apresentam compostos, como o carnosol, ácido carnósico e ácido rosmarínico. É verificado grande aumento na utilização de extratos de orégano, alecrim e sálvia, purificado, desodorizado e com ausência de pigmentos em produtos cárneos, afim de prevenir a deterioração oxidativa desses alimentos e reduzir o emprego de antioxidantes sintéticos (MACEDO, 2005).

O orégano é um dos temperos mais utilizados na culinária, além de ser usado na medicina popular, vem também despertando interesse devido seus óleos essenciais. Na indústria de alimentos o óleo destilado possui ampla utilização devida sua grande estabilidade, ausência de contaminação microbiana e grande variedade de compostos. Além disso, o orégano tem sido estudado, em função de apresentar propriedades antioxidantes, tanto na forma de óleo como de extratos, e no emprego direto de suas folhas (RODRIGUES, 2002). O orégano é bastante utilizado como tempero, seu sabor é altamente favorável aos consumidores de todo o mundo e está sendo valorizado pelas propriedades antimicrobianas e antioxidantes (YANISHLIEVA; MARINOVA; POKORNY, 2006).

O extrato de orégano destaca-se também por apresentar em sua composição dois fenóis com propriedades antimicrobianas, o carvacrol e o timol (FUKAYAMA et al., 2005). O orégano apresenta aroma característico, próprio, o qual é produzido por plantas com conteúdo consideravelmente alto de carvacrol (BUSATTA, 2006).

Gandra et al. (2013) verificaram que o extrato de orégano apresenta tanto potencial antimicrobiano como antioxidante. Devido à existência de diversos mecanismos antioxidantes torna o orégano bloqueador eficiente de vários eventos pró-oxidante (DEL RÉ; JORGE, 2012). Algumas espécies de grão de pimenta, orégano, noz-moscada apresentam alto teor de compostos fenólicos, demonstrando boa atividade antioxidante (SHAN et al., 2005).

As diferenças nos resultados da atividade antioxidante encontrados em diferentes estudos podem estar associadas com o genótipo das espécies estudadas, bem como, os fatores ambientais como, solo, temperatura e umidade e época de colheita das plantas, e variação no teor dos compostos bioativos (GONÇALVES; SANTOS; MORAIS, 2015).

Em estudos realizados *in vitro* por Henn et al. (2010) verificaram que o óleo essencial de orégano é um potente antioxidante, inibindo oxidação lipídica e apresenta forte atividade antimicrobiana. Bhale et al. (2007) avaliaram a capacidade antioxidante do extrato de orégano e alecrim na estabilidade de óleo de peixe durante o cozimento e armazenamento e averiguaram que a capacidade antioxidante do extrato de orégano na prevenção da oxidação lipídica aumenta com o aumento da concentração do extrato, e que os antioxidantes no extrato

de orégano são mais estáveis e mais fortes a temperatura de cozimento alta, quando comparado com os do extrato de alecrim, retardando a oxidação do óleo de peixe.

Pitaro, Fiorani e Jorge (2012) avaliaram o potencial antioxidante de extratos de manjerição e orégano isolados, e constataram que os extratos de manjerição e orégano apresentaram potencial antioxidante, pois, os valores de atividade antioxidante e de compostos fenólicos totais foram superiores nos extratos etanólicos de manjerição *in natura* e orégano seco.

Em trabalho realizado por Shimano (2012), verificou-se que os extratos obtidos de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.), tomilho (*Thymus vulgaris* L.) e Sálvia (*Salvia officinalis* L.) podem ser fonte de antioxidantes naturais e apresentar potencial de aplicação em óleos e alimentos lipídicos.

Gonçalves, Santos e Morais (2015) ao avaliarem *in vitro* a atividade antioxidante e o teor de compostos fenólicos totais de diferentes extratos de ervas condimentares desidratadas, averiguaram que o orégano foi a que apresentou os melhores resultados para atividade antioxidante, o que pode ser devido seus teores de compostos fenólicos, e pela diversidade de metabólitos secundários detectados pela triagem fitoquímica. Borges et al. (2012) constaram em seu estudo quanto a identificação e quantificação dos compostos químicos majoritários do óleo essencial, a presença de  $\gamma$ -terpineno no orégano.

Santurio (2015) em estudo com óleos essenciais de orégano, canela e tomilho, verificaram que estes óleos apresentam atividade antimicrobiana *in vitro*, sugerindo que estes óleos adicionados em produtos cárneos podem prolongar a vida útil desses produtos e reduzir a contaminação por coliformes termotolerantes.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 PREPARAÇÃO E SECAGEM DOS EXTRATOS DE MANJERICÃO E ORÉGANO

O manjericão e o orégano utilizados no desenvolvimento desta pesquisa foram adquiridos em mercados varejistas do município de Londrina – PR na forma desidratada.

A preparação dos extratos foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Pitaro, Fiorani e Jorge (2012) com modificações.

Foram preparados extratos contendo 10% (m/v) do manjericão e orégano com solução hidroalcolica 70% (v/v), triturados em liquidificador e mantidos em contato por 24 horas a temperatura ambiente. O extrato foi submetido à refrigeração (4 °C) durante 1 hora, posteriormente foi filtrado a vácuo e o solvente removido em evaporador rotativo a 50 °C a 3 rpm.

Após a preparação dos extratos, estes foram congelados a -18 °C e submetido à secagem por liofilização (Liofilizador CHRIST Alpha 1-2 LD Plus) por 48 horas para obtenção do extrato em pó.

### 4.2 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS EXTRATOS DE MANJERICÃO E ORÉGANO

Os extratos em pó foram ressuspensos no solvente de extração (álcool etílico 70%) e as diluições foram preparadas de acordo com o solvente utilizado em cada método.

A atividade antioxidante dos diferentes extratos de manjericão e orégano foram avaliadas empregando-se o método DPPH expresso em EC<sub>50</sub>. Também foi avaliado a capacidade antioxidante equivalente de trolox (mM de TEAC/ g de extrato) para o método FRAP e ABTS. FRAP utilizando o padrão sulfato ferroso. A atividade antioxidante do antioxidante BHT (Butilhidroxitoueno) foi determinada apenas pela metodologia DPPH (EC<sub>50</sub>).

#### 4.2.1 Atividade antioxidante pelo método DPPH (EC<sub>50</sub>)

Para avaliação da atividade antioxidante pela captura do radical livre DPPH foi utilizada a metodologia descrita por Brand-Willians et al. (1995) modificada por Rufino et al. (2007), com algumas alterações.

Primeiramente foi preparada uma solução de DPPH 60 µM com álcool etílico 70%. Para a preparação da curva de DPPH, a solução inicial de DPPH 60 µM, foi diluída para obtenção de soluções padrão em que a concentração final de DPPH variou de 4 µM a 60 µM. Ao abrigo da luz alíquotas de aproximadamente 4 mL de cada solução de DPPH foram transferidas para cubeta de vidro e realizada a leitura em espectrofotômetro a 515 nm. Como branco e para calibrar o espectrofotômetro foi utilizado álcool etílico 70%.

A partir da obtenção dos extratos de manjerição e orégano, foram preparadas três diferentes diluições para cada um dos extratos. A análise foi realizada em triplicata ao abrigo da luz, onde transferiu-se 0,1 mL de cada diluição do extrato para tubos de ensaio com 3,9 mL da solução de DPPH. Para quantificação dos extratos foi utilizada como controle a mistura de 0,1 mL do álcool etílico 70% com 3,9 mL da solução de DPPH. As leituras da absorbância foram realizadas em espectrofotômetro a 515 nm no tempo de 90 min e utilizado álcool etílico 70% como branco.

Os resultados de atividade antioxidante pelo método DPPH, foram expressas em EC<sub>50</sub>, que corresponde a concentração equivalente de amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH, em dado período de tempo.

#### 4.2.2 Atividade antioxidante pelo método de redução do Ferro (FRAP) – Padrão Sulfato Ferroso

A determinação da atividade antioxidante total pelo método de FRAP foi realizada conforme a metodologia descrita por Rufino et al. (2006) com modificações.

Primeiramente foram preparadas as soluções de HCl 40 mM, solução de TPTZ 10 mM, cloreto férrico 20 mM, solução do reagente FRAP (25 mL de tampão acetato 0,3 mol.L<sup>-1</sup> mais 2,5 mL de solução de TPTZ 10 mM mais 2,5 mL de uma solução aquosa de cloreto férrico 20 mM) e a solução padrão de sulfato ferroso 2 mM e preparado o tampão de acetato 0,3 mol.L<sup>-1</sup> com pH 3,6. Para obtenção da curva padrão foram preparadas soluções variando as concentrações de 200 µM a 1600 µM. Alíquotas de 90 µL de cada solução de

sulfato ferroso foram transferidas para tubos de ensaio ao abrigo da luz, acrescentando 270  $\mu\text{L}$  de água destilada e misturado com 2,7 mL de reagente FRAP. Posteriormente, os tubos foram homogeneizados e colocados em banho-maria a 37 °C por 30 minutos para realização da leitura em espectrofotômetro a 595 nm, utilizando como branco o reagente FRAP. Para as amostras foi realizado o mesmo procedimento, apenas substituindo o padrão sulfato ferroso por 90  $\mu\text{L}$  da diluição do extrato.

Os resultados de atividade antioxidante pelo método FRAP, foram expressas em  $\mu\text{M}$  de sulfato ferroso/g de extrato.

#### 4.2.3 Atividade antioxidante pelo método de redução do Ferro (FRAP) – (TEAC)

A determinação da atividade antioxidante total pelo método de FRAP foi realizada conforme a metodologia descrita por Benzie e Strains (1996) e Sánchez-González, Jiménez-Escrig e Saura-Calixto (2004) com modificações.

Primeiramente foram preparadas as soluções de HCl 40 mM, solução de TPTZ 10 mM, cloreto férrico 20 mM, solução do reagente FRAP (25 mL de tampão acetato 0,3 mol.L<sup>-1</sup> mais 2,5 mL de solução de TPTZ 10 mM mais 2,5 mL de uma solução aquosa de cloreto férrico 20 mM) e a solução padrão de trolox 10 mM e preparado o tampão de acetato 0,3 mol.L<sup>-1</sup> com pH 3,6. Para obtenção da Curva padrão foram preparadas soluções variando as concentrações de 50  $\mu\text{M}$  a 600  $\mu\text{M}$  de trolox. Ao abrigo da luz alíquotas de 30  $\mu\text{L}$  de cada diluição de trolox foram transferidas para tubos de ensaio, acrescentando 70  $\mu\text{L}$  de etanol absoluto e 900  $\mu\text{L}$  de reagente FRAP. Posteriormente, os tubos foram homogeneizados e colocados em banho-maria a 37 °C por 30 minutos para realização da leitura em espectrofotômetro a 595 nm, utilizando como branco o reagente FRAP.

A partir dos extratos obtidos de manjerição e orégano foram preparadas três diluições diferentes para cada um dos extratos. Ao abrigo da luz a análise foi realizada em triplicata, onde foi transferido 30  $\mu\text{L}$  de cada diluição do extrato para tubos de ensaio e acrescentados 70  $\mu\text{L}$  de água destilada e misturado com 2,7 mL do reagente FRAP, homogeneizado e colocado em banho-maria por 30 minutos a 37 °C, realizando a leitura a 595 nm utilizando como branco o reagente FRAP.

Os resultados de atividade antioxidante pelo método FRAP, foram expressas em TEAC, que corresponde a capacidade antioxidante equivalente de trolox (mM de TEAC/ g de extrato).

#### 4.2.4 Atividade antioxidante pelo método de Captura do Radical livre (ABTS)

A avaliação da atividade antioxidante total pela captura do radical livre (ABTS) foi realizada conforme a metodologia descrita por Rufino et al. (2007) com modificações.

Primeiramente foram preparadas as soluções estoque ABTS 7 mM, persulfato de potássio 140 mM, solução padrão de trolox 2 mM. A partir da solução padrão de trolox (2000  $\mu$ M) foram preparados em balões volumétricos de 10 mL, soluções variando a concentração de 25  $\mu$ M a 2000  $\mu$ M. Ao abrigo da luz, foram transferidas alíquotas 30  $\mu$ L de cada solução de trolox para tubos de ensaio e misturados com 3,0 mL da solução do radical ABTS sendo na sequência homogeneizados, após 6 minutos foi realizada a leitura a 734 nm e utilizado álcool etílico como branco.

A partir dos extratos de manjeriço e orégano foram preparadas três diluições diferentes para cada um dos extratos. A análise foi realizada em triplicata ao abrigo da luz, onde transferiu-se 30  $\mu$ L de cada diluição do extrato para tubos de ensaio com 3,0 mL do radical ABTS e homogeneizados os tubos. As leituras da absorbância foram realizadas em espectrofotômetro a 734 nm, utilizando álcool etílico como branco.

Os resultados de atividade antioxidante pelo método ABTS, foram expressos em TEAC, que corresponde a capacidade antioxidante equivalente de trolox (mM de TEAC/ g de extrato).

#### 4.3 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (CFT)

A determinação da concentração de compostos fenólicos totais foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Kumazawa, Hamasaka e Nakayama (2004), com modificações.

Primeiramente uma alíquota de 0,5 mL do extrato diluído foi transferida para tubo de ensaio com tampa e adicionados 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu 0,9 N e 0,5 mL de Carbonato de sódio a 10%, os tubos foram incubados no escuro por 60 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 760 nm. Utilizou-se como branco um tubo contendo 0,5 mL de Folin-Ciocalteu 0,9 N, 0,5 mL de carbonato de sódio 10% e 0,5 mL de álcool etílico 70%. Foi construída uma curva padrão

com ácido gálico (2 a 24  $\mu\text{g. mL}^{-1}$ ) e os resultados foram expressos em g equivalentes de ácido gálico (EAG).  $\text{g}^{-1}$  de amostra.

#### 4.4 PROCEDIMENTOS DE ELABORAÇÃO DA LINGUIÇA CALABRESA

A quantidade de extratos liofilizados de orégano e manjerição utilizados como antioxidantes naturais adicionados à cada formulação foi determinada mediante aplicação em formulações testes. Foram elaboradas 5 formulações com diferentes concentrações de extratos (Tabela 1), além da formulação controle e a formulação com adição de antioxidante sintético (BHT). Para cada formulação, foram desenvolvidos 4 kg de massa, totalizando 36 kg de produto, correspondendo a aproximadamente 40 peças de 100 g cada, por formulação. Os ingredientes de cada um dos ensaios estão apresentados na Tabela 1.

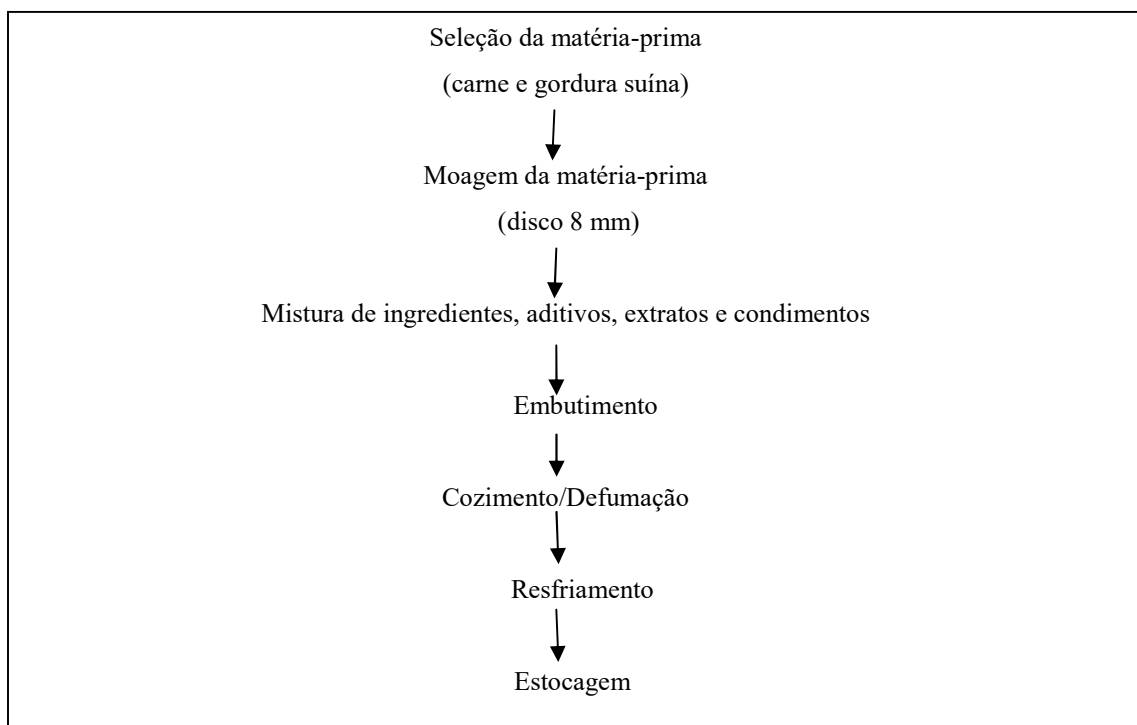
**Tabela 1** - Ingredientes utilizados nas formulações de linguiça calabresa

Ingredientes (%)	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Carne suína (paleta e retalho gordo)	78,53	78,28	78,28	78,53	78,28	78,53	78,28
Gordura (toucinho)	10,00	10,00	10,0	10,00	10,00	10,00	10,00
Água/gelo	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Sal	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Sal de cura	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Eritorbato de sódio	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Açúcar	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Realçador de sabor	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Pimenta calabresa	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Tripolifosfato de sódio	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
EM	0,05	0,05	0,1	0,1	0,075	----	----
EO	0,05	0,1	0,05	0,1	0,075	----	----
BHT	----	----	----	----	----	----	0,01

**Marca IBRAC:** sal de cura, eritorbato de sódio, realçador de sabor e tripolifosfato de sódio. **EM:** Extrato de manjerição. **EO:** Extrato de orégano. **F1, F2, F3, F4 e F5:** Formulações com extrato de orégano e manjerição. **F6:** Formulação controle. **F7:** Formulação com antioxidante sintético (BHT).

As formulações desenvolvidas foram analisadas durante 76 dias, em diferentes tempos. As análises de cor, pH, atividade de água, acidez e oxidação lipídica foram realizadas nos tempos 4, 17, 31 e 53 dias após formulação, as análises de textura nos tempos de 5 e 54 dias e as análises de composição química aproximada no decorrer do experimento.

O processo de elaboração da linguiça calabresa seguiu o fluxograma apresentado na Figura 6:

**Figura 6** - Fluxograma do processo produtivo da linguiça calabresa.

**Fonte:** Adaptado de Terra (2000) e Schwert (2009).

Para elaboração da linguiça calabresa foi utilizado apenas carne suína, que foi mantida a temperatura de 6 a 10 °C. Primeiramente a matéria-prima e o toucinho foram pesados e moídos em disco de 8 mm. Posteriormente foram misturados e receberam os demais ingredientes. Os ingredientes foram pesados de acordo com cada formulação e adicionados à mistura. Após a adição dos ingredientes e dos aditivos, a massa cárnea foi homogeneizada manualmente para obtenção da liga. A massa foi embutida em tripa suína, utilizando-se embutidora manual, e atadas em gomos de acordo com o tamanho característico (TERRA, 2000).

A linguiça foi cozida e submetida à defumação a frio, com fumaça natural. O cozimento da linguiça foi realizado em estufa com temperatura inicial de 60 °C e durou cerca de 3 horas e 15 minutos, com aumento de temperatura de 5 em 5 °C a cada 1 hora até que a linguiça atingiu 74 °C internamente, para finalização do cozimento. Posteriormente as linguiças foram resfriadas e embaladas sob vácuo (TERRA, 2000), utilizando embalagens de nylon poli com 5 camadas de proteção, proporcionando barreiras contra vapor de água e oxigênio e armazenadas a 4 °C para posterior realização das análises.

## 4.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA LINGUIÇA CALABRESA

As análises físico-químicas de pH, atividade de água, acidez e oxidação lipídica foram realizadas nos tempos 4, 17, 31 e 53 dias e a análise de composição química aproximada foi realizada no decorrer do experimento (proteínas aos 14 dias, umidade e cinzas aos 19 dias, lipídios aos 27 dias). As análises foram realizadas em triplicata escolhidas aleatoriamente, considerando cada tratamento.

### 4.5.1 Determinação de pH

Para determinação pH foi realizada leitura direta das amostras utilizando potenciômetro portátil de inserção (Testo 205) devidamente calibrado com soluções-tampão de pH 4,0 e 7,0.

### 4.5.2 Atividade de água (Aw)

A atividade de água foi determinada através da medida de ponto de orvalho (AQUA LAB 4TEV), em temperatura de aproximadamente 25 °C.

### 4.5.3 Determinação de Acidez

Para determinação de acidez seguiu-se o método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (ITAL, 2008), com alterações.

Foram pesados 5 g da amostra de linguiça calabresa e transferido para um Erlenmeyer de 125 mL com 30 mL de água. Adicionou-se de 2 a 4 gotas da solução de fenolftaleína e titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol.L<sup>-1</sup>, até a coloração rósea.

### 4.5.4 Determinação da composição química aproximada

A composição química aproximada foi realizada conforme as metodologias descritas na A.O.A.C (1995). A umidade foi determinada por secagem a 105 °C até peso constante; cinzas por incineração em mufla a 550 °C e os lipídios foram extraídos em Soxhlet

com éter de petróleo após hidrólise ácida. O conteúdo de nitrogênio foi determinado pelo método de Micro kjeldahl utilizando o fator de conversão em proteína de 6,25.

O percentual de carboidratos foi calculado pela diferença entre 100 e a soma do conteúdo de proteínas, lipídios, umidade e cinzas (BRASIL, 2003).

#### 4.6 ANÁLISE DE OXIDAÇÃO LIPÍDICA – TBARS

Para a análise de oxidação lipídica da linguiça calabresa foi utilizada a metodologia das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) descrita por Tarladgis et al. (1964), com algumas modificações.

Para a realização das análises foram preparados os reagentes ácido tiobarbitúrico (TBA)  $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$ , padrão 1,1,3,3 Tetraetoxipropano (TEP)  $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  e Solução de Ácido Tricloroacético (TCA) 7,5%. Para construção da curva padrão foi preparada uma solução de TEP trabalho padrão, e dissolvido 1 mL de solução TEP em balão volumétrico de 50 mL com de Ácido Sulfúrico 1,0%.

As concentrações utilizadas para a realização da curva padrão foram de 0,08, 0,12, 0,20, 0,40, 0,80, 1,2, 1,60, 2,00, 2,40, 2,80, 3,20 e 3,60 com  $10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Para o preparo da amostra foram pesadas 5 g de amostra de cada formulação triturada, em triplicata. Foi acrescentado 15 mL de TCA 7,5% e 2 mL de sulfanilamida 20% e homogeneizado em turrax por 2 min (7000 rpm), centrifugado por 10 min (6000 rpm, 20 °C) e filtrado em papel filtro. O extrato foi utilizado para posterior reação com TBA.

Retirou-se uma alíquota de 5,0 mL de extrato e reagiu com 5,0 mL do TBA num tubo com tampa rosqueável e aquecido o tubo em banho-maria fervente por 35 min., resfriou-se e leu-se no espectrofotômetro a 532 nm. Os resultados foram expressos em mg de TBARS (Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) por kg de amostra.

#### 4.7 ANÁLISES FÍSICAS

Todas as análises físicas foram realizadas em triplicata, com média de 6 repetições cada uma, totalizando aproximadamente 18 leituras, para cada análise, considerando cada uma das formulações (F1, F2, F3, F4, F5, F6 e F7). Foram realizadas nos tempos 4, 17, 31 e 53 dias, as análises de cor e nos tempos 5 e 54 dias, a análise de textura.

#### 4.8.1 Análise da cor

Para a análise da cor foi utilizado o sistema CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) através de leitura em colorímetro (MINOLTA CR-400), com iluminante D65 e ângulo de observação de  $10^\circ$  tomando seis pontos diferentes de leitura por amostra. Foram determinados os valores de  $L^*$  (Luminosidade),  $a^*$  (Intensidade da cor vermelha),  $b^*$  (Intensidade da cor amarela),  $C^*$  (Índice de saturação) e  $h^\circ$  (Ângulo de tonalidade).

#### 4.8.2 Análise da textura

Para a realização da análise da textura foi utilizado o texturômetro (TA. XT. Plus, Texture Analyser) para o perfil de textura (TPA) (BOURNE, 1978).

Utilizou-se velocidade pré-teste ( $2 \text{ mm.s}^{-1}$ ), teste ( $4 \text{ mm.s}^{-1}$ ) e pós-teste ( $10 \text{ mm.s}^{-1}$ ), força (0,1 N), tempo (5 s) e distância de compressão (5 mm) previamente ajustados. As amostras foram cortadas em cilindros com 2 cm de altura, utilizou-se prob p/40 comprimindo 2 vezes até 50% do seu tamanho. Foram analisados os parâmetros de dureza, fraturabilidade, elasticidade, coesividade, adesividade, gomosidade e mastigabilidade.

#### 4.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos foram analisados no Programa *STATISTICA 7.0* (STATSOFT, 2005) através de análise de variância (ANOVA) seguido pelo teste de médias de *Tukey* a 5% de probabilidade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesta pesquisa são apresentados na forma de artigos científicos, sendo o artigo 1 intitulado “*Potencial antioxidante dos extratos de manjeriço e orégano para uso como antioxidante natural em linguiça calabresa*”, devidamente formatados nas normas da Revista *Brazilian Journal of Food Technology* para posterior submissão.



## 5.1 Artigo Científico 1

### **Potencial antioxidante dos extratos de manjeriço e orégano para uso como antioxidante natural em linguiça calabresa**

Antioxidant potential of basil and oregano extracts for use as a natural antioxidant in calabrian sausage

**Daniele Cristina Savoldi<sup>1</sup>; Fernanda Jéssica Mendonça<sup>1</sup>; Denis Fabrício Marchi<sup>2</sup>, João Francisco Marchi<sup>3</sup>; Ivane Benedetti Tonial<sup>4\*</sup>; Adriana Lourenço Soares<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Ciência e Tecnologia em Alimentos, Londrina - PR, Brasil,*

<sup>2</sup>*Instituto Federal do Paraná, Departamento de Química, Londrina – PR, Brasil,*

<sup>3</sup>*Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Engenharia de Alimentos, Francisco Beltrão – PR, Brasil,*

<sup>4</sup>*Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Química e Biologia, Francisco Beltrão – PR, Brasil.*

#### **\*Autor correspondente**

*Adriana Lourenço Soares, Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Ciência e Tecnologia em Alimentos, Rod. Celso Garcia Cid (PR 445), Km 380, Caixa Postal 10.011, s/n, CEP 86057-970, Londrina/PR – Brasil, email: adri.soares@uel.br.*

*Ivane Benedetti Tonial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Departamento de Química e Biologia, Linha Santa Bárbara, s/n, CEP: 85601-970, Francisco Beltrão/PR – Brasil, email: ivane@utfpr.edu.br.*

#### **Resumo**

O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade antioxidante de extratos de orégano e manjeriço, visando posterior aplicação como antioxidante natural em linguiça calabresa. Foram preparados extratos hidroalcoólicos de orégano e manjeriço adquiridos comercialmente desidratados. Os extratos obtidos foram liofilizados e submetidos a avaliação de sua atividade antioxidante pelos métodos de DPPH (Captura do radical livre DPPH), FRAP (Redução do Ferro), ABTS (Captura do radical livre ABTS), além da concentração de compostos fenólicos. Os resultados obtidos mostraram que o extrato liofilizado de orégano apresentou maior atividade antioxidante ( $p < 0,05$ ) do que o extrato de manjeriço, para todos os testes. Após avaliação da atividade antioxidante, os extratos foram aplicados em 5 formulações de linguiça calabresa com diferentes concentrações dos extratos, sendo formulação 1 (F1) com 0,05% de cada extrato, formulação 2 (F2) com 0,1% de extrato de orégano e 0,05% de extrato de manjeriço, formulação 3 (F3) com 0,05% de extrato de orégano e 0,1% de extrato de manjeriço, formulação 4 (F4) com 0,1% de cada extrato e formulação 5 (F5) com 0,075% de cada extrato, além da formulação controle (F6) e da formulação com antioxidante sintético BHT (F7). As linguiças calabresas foram avaliadas, quanto a composição química aproximada, pH, acidez, atividade de água, oxidação lipídica, cor e textura. Os resultados para composição química aproximada para todas as formulações mantiveram-se dentro dos valores preconizados pela legislação brasileira para linguiças calabresas. Houve variação de pH entre as formulações nos diferentes tempos de análise.

As formulações F3, F2 e F1 foram as formulações que apresentaram os menores valores de oxidação lipídica. As formulações F3, F2 e F1 foram as formulações com extratos que apresentaram os menores valores de oxidação lipídica. As formulações F1, F2, F6 e F7 tenderam para coloração avermelhada e as formulações F4 e F5 para coloração amarelada. Observou-se redução ( $p < 0,05$ ) de dureza, gomosidade e mastigabilidade ao longo do período de armazenamento para todas as formulações. Os extratos de orégano e manjeriço demonstraram potencial atividade antioxidante para aplicação na indústria de alimentos.

**Palavras-chave:** Orégano. Manjeriço. Linguiça calabresa. Oxidação.

### **Abstract**

The aim of this study was to evaluate the antioxidant capacity of extracts of oregano and basil, aiming subsequent application as a natural antioxidant in calabrian sausage. Hydroalcoholic extracts of dehydrated commercially purchased oregano and basil were prepared. The extracts were lyophilized and subjected to evaluation of their antioxidant activity by the methods of DPPH (DPPH free radical capture), FRAP (Reduced Iron), ABTS (ABTS free radical capture), and the concentration of phenolic compounds. The results showed that the freeze-dried extract of oregano showed a higher antioxidant activity ( $p < 0.05$ ) than the basil extract, for all tests. After evaluation of the antioxidant activity, the extracts were applied in 5 Pepperoni sausage formulations with different concentrations of extracts, with Formulation 1 (F1) with 0.05% of extract, Formulation 2 (F2) with 0.1% extract 0.05% oregano and basil extract, formulation 3 (F3) with 0.05% oregano extract and 0.1% of basil extract, formulation 4 (F4) with 0.1% each extract and formulation 5 (F5) with 0.075% of each extract, besides the control formulation (F6) and the formulation with synthetic antioxidant BHT (F7). Calabrian sausages were evaluated for their approximate chemical composition, pH, acidity, water activity, lipid oxidation, color and texture. The results for approximate chemical composition for all formulations were kept within the values recommended by the Brazilian legislation for Calabrian sausages. There was variation of pH between formulations at the different analysis times. The formulations F3, F2 and F1 were the formulations that presented the lowest values of lipid oxidation. The formulations F3, F2 and F1 were the formulations with extracts that presented the lowest values of lipid oxidation. The formulations F1, F2, F6 and F7 tended to reddish color and the formulations F4 and F5 to yellowish color. There was reduction ( $p < 0.05$ ) of hardness, guminess and chewing throughout the storage period for all formulations. Oregano and basil extracts showed potential antioxidant activity for application in the food industry.

**Keywords:** Oregano. Basil. Calabrian sausage. Oxidation.

## **1 Introdução**

A linguiça calabresa é definida como sendo um “produto obtido exclusivamente de carne suína, curado, adicionado de ingredientes, devendo ter o sabor picante característico da pimenta calabresa submetida ou não ao processo de estufagem para cozimento, sendo o processo de defumação opcional” (BRASIL, 2000).

Se tratando de um produto cárneo, a linguiça calabresa apresenta excelente fonte de proteínas de alto valor biológico, lipídeos, vitaminas e sais minerais (STRASBURG; XIONG; CHIANG, 2010). Sendo que os lipídios desempenham um papel importante na qualidade dos alimentos, considerados responsáveis pelas propriedades sensoriais como aroma, sabor, coloração, suculência, textura e conteúdo calórico (MCCLEMENTS; DECKER, 2010).

No entanto, produtos que apresentam alto teor lipídico podem sofrer reações oxidativas facilmente, especialmente a carne *in natura* e seus produtos que por possuírem ácidos graxos poli-insaturados são favoráveis a sofrer oxidação lipídica durante o processamento e armazenamento (OLIVEIRA et al., 2012).

As reações oxidativas além de ocasionar redução do valor nutritivo do alimento, devido a deterioração das vitaminas lipossolúveis e dos ácidos graxos essenciais, podem formar compostos desagradáveis ao paladar e potencialmente tóxicos, afetando a integridade do alimento e reduzindo seu tempo de conservação (ANDREO; JORGE, 2006; RAVELLI, 2011). Para evitar e prevenir essas alterações, a indústria alimentícia faz uso de conservantes que podem ser de origem natural ou sintéticos, denominados antioxidantes (RAVELLI, 2011; SOARES et al., 2012).

Os antioxidantes naturais vêm conquistando a preferência dos consumidores por serem considerados menos tóxicos e conferindo benéficos para a saúde humana (SHIMANO, 2012; ZAGO, 2018).

Constantemente, estudos são realizados, com o intuito de encontrar produtos de origem natural que apresente atividade antioxidante e que possa substituir ou reduzir o uso dos antioxidantes sintéticos (MARANGONI, 2007; SOUSA et al., 2007), dentre estes produtos encontram-se os condimentos e ervas aromáticas (MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2007).

Extratos de especiarias da família *Lamiaceae*, como orégano, manjeriço, alecrim, sálvia, tomilho, manjerona entre outros, são fontes importante de antioxidantes naturais, apresentando capacidade antioxidante, em alguns casos inclusive superiores ao butilhidroxitolueno (BHT) (SILVEIRA, 2012).

A propriedade antioxidante de plantas e vegetais está relacionada a presença de compostos fenólicos os quais possuem a propriedade de estabilizar a reação de oxidação lipídica (MARANGONI; MOURA, 2011; OLIVEIRA et al., 2012).

Dentre estes vegetais, encontram-se o orégano e o manjeriço, os quais pertencem à família *Lamiaceae*. São plantas herbáceas e ramificadas, classificadas como condimentos sendo consumidas no mundo todo (JUSTO et al., 2008; LAROSA, 2011).

O orégano (*Origanum vulgare* L.) apresenta dentre seus constituintes óleos essenciais que são amplamente aplicados na indústria de alimentos pelo fato de apresentar características peculiares como, grande estabilidade, ausência de contaminação, além de ampla variedade de compostos químicos, conferindo a este, propriedades antioxidantes. Estudos mostram que algumas destas características também se fazem presentes no extrato do orégano, o que permite seu uso em formulações de alimentos (BHALE et al., 2007; HENN et al., 2010; PITARO; FIORANI; JORGE 2012; GANDRA et al., 2013; GONÇALVES; SANTOS; MORAIS 2015).

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) é uma planta herbácea aromática e medicinal (ROSADO et al., 2009; GÜEZ, 2014). Trata-se de uma planta, muito utilizada na indústria de alimentos por possuir óleos essenciais com propriedades aromatizantes, antimicrobianas e antioxidantes (VITOR, 2014; JANNUZZI, 2013; GOMES et al., 2016), sendo que esta última se compara aos antioxidantes já conhecidos, BHT e  $\alpha$ -tocoferol (DEL RÉ; JORGE, 2012; HENRIQUE; FERREIRA; NUNES, 2017). Estudos evidenciaram que a capacidade antioxidante do manjeriço está diretamente relacionada com a presença de elevadas concentrações de compostos fenólicos, tanto no extrato, quanto no óleo essencial (GÜEZ 2014; GUIMARÃES, 2015; MENDES; RODRIGUES-DAS-DORES; CAMPIDELI, 2015; GONÇALVES; SANTOS; MORAIS; 2015).

Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a atividade antioxidante de extratos de orégano e manjeriço e avaliar sua ação frente a oxidação lipídica quando aplicado em linguiça calabresa.

## **2 Material e métodos**

### **2.1 Obtenção e preparação dos extratos**

O manjeriço e o orégano desidratados utilizados no desenvolvimento desta pesquisa foram adquiridos em mercados varejistas do município de Londrina – PR. Foram preparados 10 L de cada extrato a 10% (1kg) de especiaria. A preparação dos extratos foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Pitaro, Fiorani e Jorge (2012) com modificações. Foram preparados extratos contendo 10% (m/v) do manjeriço e do orégano com solução hidroalcoólica 70% (v/v), triturados em liquidificador e mantidos em contato por 24 horas a temperatura ambiente. O extrato foi submetido à refrigeração (4 °C) durante 1 hora, posteriormente foi filtrado a vácuo e o solvente removido em evaporador rotativo a 50 °C a 3 rpm.

Após a preparação dos extratos, estes foram congelados a -18 °C e submetidos à secagem por liofilização (Liofilizador CHRIST Alpha 1-2 LD Plus) por 48 horas para obtenção do extrato em pó.

### **2.2 Determinação da concentração de compostos fenólicos totais**

A determinação da concentração de compostos fenólicos totais foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Kumazawa, Hamasaka e Nakayama (2004) com modificações, utilizando ácido gálico como padrão e os resultados foram expressos em g de EAG. g<sup>-1</sup> de extrato.

### **2.3 Caracterização da atividade antioxidante dos extratos de orégano e manjeriço**

A atividade antioxidante dos extratos de orégano e manjeriço foi avaliada por diferentes métodos: DPPH, FRAP e ABTS.

Para análise de atividade antioxidante de DPPH para determinação do EC<sub>50</sub> foi utilizado o método descrito pelo Comunicado Técnico 127 da EMBRAPA (BRAND-WILLIAMS et al., 1995 modificado por RUFINO et al., 2007) e os resultados foram expressos em g de extrato/ g de DPPH.

Para o método FRAP utilizando padrão Trolox foi seguida a metodologia descrita por Benzie e Strains (1996) e Sánchez-González, Jiménez-Escrig e Saura-Calixto (2005) e os resultados foram expressos em mM de TEAC/ g de extrato. E para o método de FRAP utilizando o padrão sulfato ferroso seguiu-se o procedimento descrito no Comunicado Técnico 125 da EMBRAPA (RUFINO et al., 2006) e os resultados foram expressos em µM de FeSO<sub>4</sub>/ g de extrato.

O método de ABTS (Captura do radical livre ABTS) foi realizado conforme procedimento descrito no Comunicado Técnico 128 da EMBRAPA (RUFINO et al., 2007) e os resultados foram expressos em mM de TEAC/ g de extrato e a atividade antioxidante do BHT pelo método de DPPH (EC<sub>50</sub>). Foi avaliada também a estabilidade da atividade antioxidante dos extratos selecionados através do método DPPH (EC<sub>50</sub>) (RUFINO et al., 2007) nos tempos de 18, 25, 32 e 39 dias após obtenção dos extratos liofilizados e armazenados a -18 °C.

## 2.4 Elaboração de linguiça calabresa

A quantidade de extratos liofilizados de orégano e manjeriço adicionados a cada formulação foi determinada mediante aplicação em formulações testes. Foram elaboradas 5 formulações com diferentes concentrações de extratos (Tabela 1), além da formulação controle e a formulação com adição de antioxidante sintético (BHT). Para cada formulação, foram desenvolvidos 4 kg de massa, totalizando 28 kg de produto, correspondendo a aproximadamente 40 peças de 100 g cada, por formulação. As linguiças foram elaboradas de acordo com as quantidades de matéria-prima, ingredientes e aditivos descritos na Tabela 1.

**Tabela 1** – Formulações das linguiças calabresas com adição de extratos de orégano (EO), de manjeriço (EM) e antioxidante sintético (BHT)

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>	<b>F6</b>	<b>F7</b>
Carne suína (paleta e retalho gordo)	78,53	78,28	78,28	78,53	78,28	78,53	78,28
Gordura (toucinho)	10,00	10,00	10,0	10,00	10,00	10,00	10,00
Água/gelo	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Sal	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Sal de cura	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Eritorbato de sódio	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Açúcar	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Realçador de sabor	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Pimenta calabresa	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Tripolifosfato de sódio	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
EM	0,05	0,05	0,1	0,1	0,075	----	----
EO	0,05	0,1	0,05	0,1	0,075	----	----
BHT	----	----	----	----	----	----	0,01

EM: Extrato de manjeriço. EO: Extrato de orégano.

Para elaboração da linguiça calabresa foi utilizada apenas carne suína (paleta e retalho gordo) como matéria-prima. Primeiramente, a carne e o toucinho foram pesados e moídos em disco de 8 mm e posteriormente, os demais ingredientes foram misturados. Os ingredientes foram pesados de acordo com cada formulação e adicionados à mistura. Após a adição dos ingredientes e dos aditivos, a massa cárnea foi homogeneizada manualmente, atada em gomos (TERRA, 2000). As linguiças foram cozidas e submetidas à defumação a frio, com fumaça natural. O cozimento da linguiça foi realizado em estufa com temperatura inicial de 60 °C e durou cerca de 3 horas e 15 minutos, com aumento de temperatura de 5 em 5 °C a cada 1 hora até que a linguiça atingisse 74 °C internamente, para finalização do cozimento. As linguiças foram resfriadas e embaladas sob vácuo (TERRA, 2000) utilizando embalagens de nylon poli com 5 camadas de proteção, proporcionando barreiras contra vapor de água e oxigênio e armazenadas a 4 °C até as análises.

## **2.5 Determinação de análise composicional, atividade de água, acidez e pH**

As análises de composição química aproximada foram determinadas conforme as metodologias descritas na A.O.A.C (1995). A umidade foi determinada por secagem a 105 °C até peso constante, cinzas por incineração em mufla a 550 °C e os lipídios foram extraídos em Soxhlet com éter de petróleo após hidrólise ácida. O conteúdo de nitrogênio foi determinado pelo método de Microkjeldahl utilizando o fator de conversão em proteína de 6,25. E o percentual de carboidratos foi calculado pela diferença entre 100 e a soma do conteúdo de proteínas, lipídios, umidade e cinzas (BRASIL, 2003).

O pH foi determinado utilizando o potenciômetro de contato (Texto 205), a atividade de água através de medidor (Aqualab 4TEV). E a acidez foi determinada por titulação com NaOH 0,1 mol.L<sup>-1</sup> conforme manual do Instituto Adolfo Lutz (2008). Estas análises foram realizadas nos tempos de 4, 17, 31 e 53 dias de armazenamento a 4 °C.

## **2.6 Oxidação lipídica**

A oxidação lipídica das linguiças calabresas foi avaliada nos tempos de 4, 17, 31 e 53 dias de armazenamento a 4 °C, utilizando a metodologia das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) descrita por Tarladgis et al. (1964) com algumas modificações.

Basicamente, em 5 g de amostra foram acrescentados 15 mL de TCA 7,5% e 2 mL de sulfanilamida 20% e homogeneizado em turrax por 2 min (7000 rpm), centrifugado a 6000 rpm a 20 °C por 10 min e filtrado em papel filtro. Em uma alíquota de 5 mL do extrato foi adicionado 5,0 mL de TBA, aquecido em banho-maria fervente por 35 min, resfriado e lido em espectrofotômetro a

532 nm. Os resultados foram expressos em mg de TBARS (Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) por quilograma de amostra.

## 2.7 Análises físicas de cor e textura

Para a análise da cor foi utilizado o sistema CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) através de leitura em colorímetro (MINOLTA CR-400), com iluminante D65 e ângulo de observação de  $10^\circ$  tomando três pontos diferentes de leitura na parte interna de cada fatia da amostra, totalizando aproximadamente 18 leituras, considerando cada formulação. Foram determinados os valores de  $L^*$  (Luminosidade),  $a^*$  (Intensidade da cor vermelha),  $b^*$  (Intensidade da cor amarela),  $C^*$  (Índice de saturação) e  $h^\circ$  (Ângulo de Tonalidade). A análise de cor foi realizada nos tempos de 4, 17, 31 e 53 dias de armazenamento a  $4^\circ\text{C}$  das linguiças calabresas.

Para a realização da análise de perfil de textura (TPA) foi utilizado o texturômetro (TA.XT. Plus, Texture Analyser) (BOURNE, 1978), as análises foram realizadas nos tempos de 5 e 54 dias. Utilizou-se velocidade pré-teste ( $2\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ ), teste ( $4\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ ) e pós-teste ( $10\text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ ), força (0,1 N), tempo (5 s) e distância de compressão (5 mm) previamente ajustados. As amostras foram cortadas em cilindros com 2 cm de altura, utilizou-se prob p/40 comprimindo 2 vezes até 50% do seu tamanho. Foram analisados os parâmetros de dureza, fraturabilidade, elasticidade, coesividade, adesividade, gomosidade e mastigabilidade.

## 2.8 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram analisados no Programa *STATISTICA 7.0* (STATSOFT, 2005) através de análise de variância (ANOVA) seguido pelo teste de médias de *Tukey* a 5% de probabilidade.

## 3 Resultados e discussão

### 3.1 Caracterização da atividade antioxidante dos extratos de orégano e manjeriço

A preparação dos extratos liofilizados mostrou menor rendimento para o extrato de manjeriço, quando comparado ao extrato de orégano. Quanto a atividade antioxidante, o extrato de orégano apresentou maior atividade ( $p < 0,05$ ) que o extrato de manjeriço para todos os testes, estando, de acordo Marangoni e Moura (2011), Oliveira et al. (2012) e Gonçalves, Santos e Morais, (2015), associada à maior concentração de compostos fenólicos, como mostra a Tabela 2.

**Tabela 2** – Atividade antioxidante dos extratos liofilizados de orégano, manjeriço e BHT

Métodos	Extratos		
	Orégano	Manjeriço	BHT
Rendimento do extrato(g)	172,96	81,65	-
DPPH EC <sub>50</sub> (g de extrato/ g de DPPH)	29,75±2,81 <sup>b</sup>	40,51±4,66 <sup>a</sup>	42,73±3,61 <sup>a</sup>
FRAP (µM de FeSO <sub>4</sub> / g de extrato)	13,93x10 <sup>-5</sup> ±1,70x10 <sup>-5b</sup>	28,09x10 <sup>-5</sup> ±2,29x10 <sup>-5a</sup>	NA
FRAP (mM de Trolox/ g de extrato)	2935,52±99,83 <sup>a</sup>	1358,39±26,17 <sup>b</sup>	NA
ABTS (mM de trolox/ g de extrato)	2,58±0,15 <sup>a</sup>	0,71±0,02 <sup>b</sup>	NA
Compostos fenólicos (g de EAG/ g de extrato)	199,39±7,64 <sup>a</sup>	103,26±8,75 <sup>b</sup>	NA

NA: não avaliado. Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem pelo teste de média *Tukey* a 5% de probabilidade.

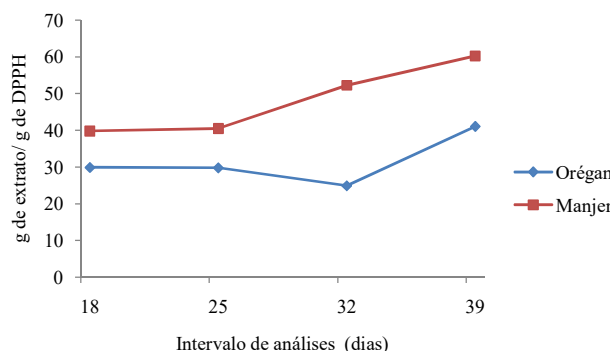
De acordo com Macedo (2005) a presença de compostos como carvacrol, timol, carnosol, ácido carnósico e ácido roamarínico influencia, também, a ação antioxidante do orégano (FUKAYAMA et al., 2005; PEREIRA, 2010), ao passo que ação antioxidante do extrato de manjeriço é favorecida pela presença de eugenol, timol e carvacrol (DEL RÉ; JORGE, 2012).

Gonçalves, Santos e Morais (2015) verificaram que extratos alcoólicos de manjeriço e orégano apresentaram valores de compostos fenólicos de 7,0 (manjeriço) e 41,0 g EAG/g (orégano) mostrando que o orégano apresenta maior teor de compostos fenólicos, assim como no presente estudo.

Apesar de diferentes estudos evidenciarem maior atividade antioxidante e maior concentração de compostos fenólicos para o orégano, evidenciou-se neste estudo que o processo de liofilização utilizado concentra maior atividade antioxidante e maior concentração de compostos fenólicos, o que, de acordo com Zago (2018) deve-se ao fato de a liofilização ser realizada em condições de alto vácuo, reduzindo a oxidação do extrato.

Comparando a atividade antioxidante dos extratos naturais com a atividade do antioxidante sintético (BHT) pelo método de DPPH (EC<sub>50</sub>), observou-se que, o extrato seco de orégano obteve maior atividade antioxidante ( $p < 0,05$ ) quando comparado ao BHT. Este fato também foi relatado por Silveira (2012) que afirma que os extratos de especiarias da família *Lamiaceae*, como orégano, manjeriço entre outros, são fontes importante de antioxidantes naturais, apresentando capacidade antioxidante inclusive superior ao BHT.

No entanto, os extratos (orégano e manjeriço) perdem a atividade antioxidante com o decorrer do tempo de armazenamento (Figura 1). O percentual de perda do extrato de orégano (37,32%), no entanto, foi menor que do extrato de manjeriço (51,36%), no período de 39 dias de armazenamento a -18 °C. Além disso, Bhale et al. (2007) verificou que o extrato de orégano é mais estável a alta temperatura de cozimento, demonstrando que este extrato pode ser recomendado para uso em produtos cárneos cozidos, como a linguiça calabresa.



**Figura 1** – Perda da atividade antioxidante dos extratos de orégano e manjeriço pelo método DPPH ( $EC_{50}$ ) no decorrer de 39 dias.

### 3.2 Composição química aproximada

As formulações de linguiça calabresa não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ), em relação à composição química aproximada (Tabela 3), sendo que todos os percentuais se encontram de acordo com os valores preconizados pela legislação brasileira. O mesmo foi relatado por Silva (2015) e Schwert (2014) para composição centesimal de linguiças tipo calabresa. Para os percentuais de carboidratos, no entanto, Schwert (2014) apresentou valores inferiores (0,8 a 2,0%) quando comparados aos valores observados no presente estudo.

**Tabela 3** – Composição química aproximada das linguiças calabresas formuladas com adição de extratos de orégano e manjeriço

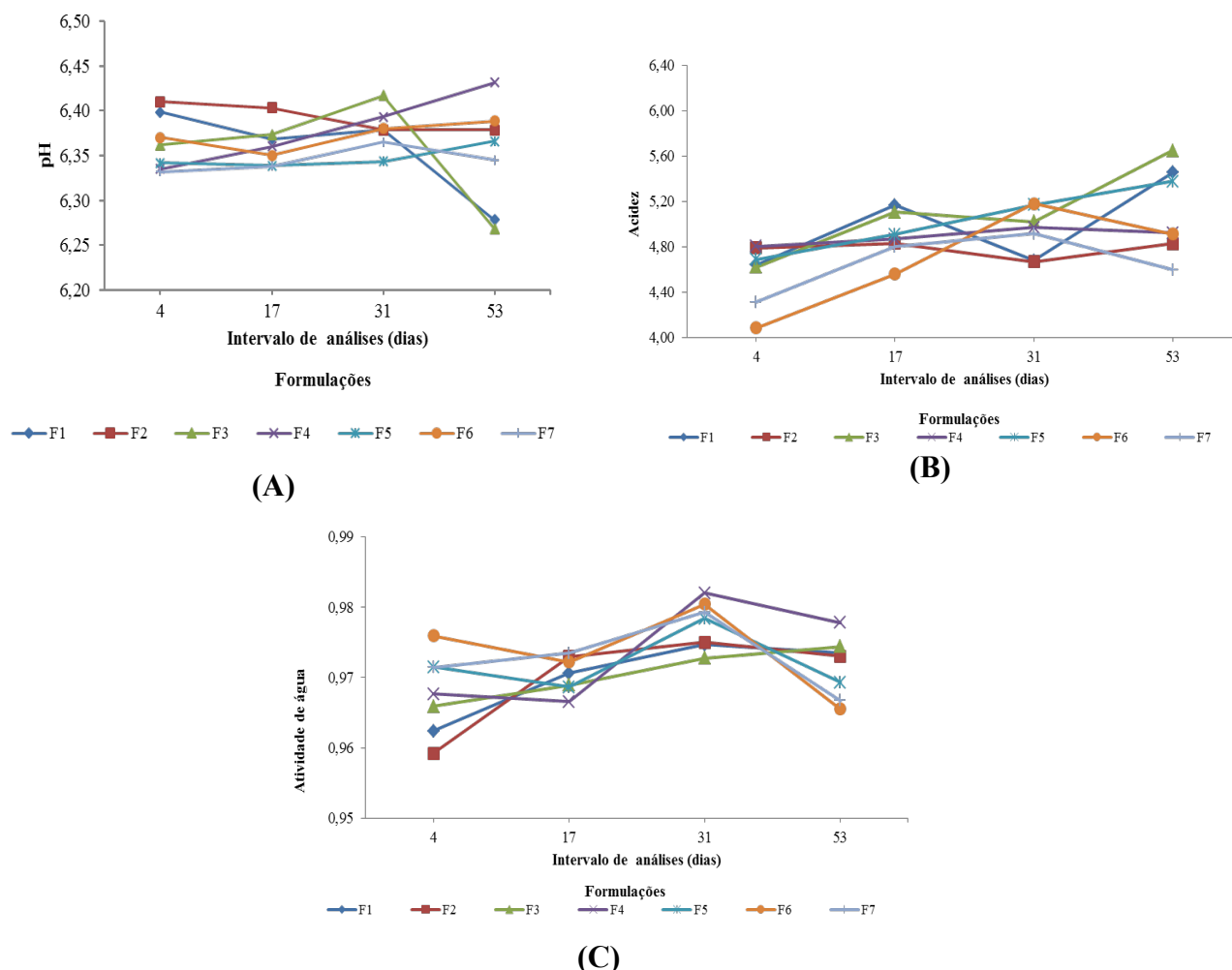
Formulações	Lipídeos (%)	Proteínas (%)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Carboidratos (%)
F1	12,85±2,22 <sup>a</sup>	18,88±2,80 <sup>a</sup>	55,17±4,69 <sup>a</sup>	6,83±2,06 <sup>a</sup>	4,70
F2	13,56±2,14 <sup>a</sup>	20,69±2,10 <sup>a</sup>	59,48±0,74 <sup>a</sup>	4,73±2,94 <sup>a</sup>	1,53
F3	13,43±9,95 <sup>a</sup>	20,27±3,01 <sup>a</sup>	55,94±3,17 <sup>a</sup>	4,83±3,15 <sup>a</sup>	3,41
F4	15,26±3,32 <sup>a</sup>	21,20±2,46 <sup>a</sup>	57,06±1,21 <sup>a</sup>	4,74±3,26 <sup>a</sup>	1,73
F5	14,56±4,58 <sup>a</sup>	21,02±1,67 <sup>a</sup>	56,28±1,50 <sup>a</sup>	6,87±1,32 <sup>a</sup>	1,27
F6	17,53±3,33 <sup>a</sup>	20,54±1,84 <sup>a</sup>	55,16±2,73 <sup>a</sup>	6,50±1,44 <sup>a</sup>	1,75
F7	14,95±3,87 <sup>a</sup>	21,46±0,94 <sup>a</sup>	55,20±1,00 <sup>a</sup>	7,47±0,31 <sup>a</sup>	2,07

<sup>a</sup>: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de média de Tukey a 5% de probabilidade. F1: Formulação 1 (0,05% de extrato de orégano + 0,05% de extrato de manjeriço). F2: Formulação 2 (0,1% de extrato de orégano + 0,05% de extrato de manjeriço). F3: Formulação 3 (0,05% de extrato de orégano + 0,1% de extrato de manjeriço). F4: Formulação 4 (0,1% de extrato de orégano + 0,1% de extrato de manjeriço). F5: Formulação 5 (0,075% de extrato de orégano + 0,075% de extrato de manjeriço). F6: Formulação 6 (Controle). F7: Formulação 7 (0,01% de BHT).

### 3.3 pH, acidez e atividade de água

Para o pH houve variação (6,27 a 6,43) entre as formulações nos diferentes tempos de armazenamento (Figura 2A). Silva (2014) também verificou variações de pH no decorrer dos dias de estocagem de linguiças suínas orgânicas, no entanto, os valores mantiveram-se dentro dos limites aceitáveis para produtos cárneos (5,4 a 6,2) (ADAMI, 2015).

Também verificou-se um aumento ( $p < 0,05$ ) de acidez (Figura 2B) nos tempos de 31 a 53 dias, para F3 e F5, que de acordo com Schwert (2009) deve-se a formação de ácido láctico. Resultado semelhante de acidez, foi observado por Figueiró (2013) para linguiças suínas frescas armazenadas a 5 °C durante 15 dias.



**Figura 2 - (A)** Valores médios de pH, acidez **(B)** e atividade de água **(C)** apresentados no decorrer dos 53 dias de vida de útil para cada formulação de linguiça calabresa. **F1:** Formulação 1 (0,05% de extrato de orégano + 0,05% de extrato de manjeriçã). **F2:** Formulação 2 (0,1% de extrato de orégano + 0,05% de extrato de manjeriçã). **F3:** Formulação 3 (0,05% de extrato de orégano + 0,1% de extrato de manjeriçã). **F4:** Formulação 4 (0,1% de extrato de orégano + 0,1% de extrato de manjeriçã). **F5:** Formulação 5 (0,075% de extrato de orégano + 0,075% de extrato de manjeriçã). **F6:** Formulação 6 (controle). **F7:** Formulação 7 (0,01% de BHT).

As formulações não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para atividade de água em cada tempo de análise (Figura 2C), com exceção das formulações F5 e F6. Resultados similares (0,97) foram relatados por Silva (2014) para tratamentos utilizando óleo de alecrim em linguiça suína frescal orgânica.

### 3.4 Oxidação Lipídica

A avaliação do avanço da oxidação lipídica em produtos cárneos dá indicações do estado de conservação dos produtos e por isso tem sido bastante aplicado na indústria alimentícia para

determinação da *shelf life*. Os resultados da oxidação lipídica das formulações de linguiça calabresa desenvolvidas, estão apresentados na Tabela 4.

Os resultados mostram que a reação de oxidação nos produtos elaborados se inicia no 17º dia de armazenamento. Posteriormente a este período, as reações de oxidação são recorrentes e variam tanto entre as formulações quanto entre os tempos avaliados (Tabela 4).

**Tabela 4** – Oxidação lipídica (mg de TBARS/kg de amostra) de linguiças calabresas formuladas com adição de extratos de orégano e manjeriço

Formulações	Dias de armazenamento a 4 °C			
	4	17	31	53
F1	0,28±0,004 <sup>aB</sup>	0,36±0,03 <sup>aA</sup>	0,37±0,01 <sup>abA</sup>	0,29±0,02 <sup>bcB</sup>
F2	0,28±0,01 <sup>aB</sup>	0,35±0,004 <sup>aA</sup>	0,36±0,01 <sup>bA</sup>	0,31±0,01 <sup>bcB</sup>
F3	0,32±0,02 <sup>aAB</sup>	0,36±0,001 <sup>aA</sup>	0,36±0,002 <sup>abA</sup>	0,31±0,01 <sup>bcB</sup>
F4	0,31±0,02 <sup>aB</sup>	0,38±0,01 <sup>aA</sup>	0,39±0,02 <sup>abA</sup>	0,35±0,02 <sup>abAB</sup>
F5	0,31±0,03 <sup>aB</sup>	0,37±0,01 <sup>aA</sup>	0,39±0,01 <sup>aA</sup>	0,37±0,03 <sup>aA</sup>
F6	0,28±0,02 <sup>aC</sup>	0,35±0,02 <sup>aAB</sup>	0,37±0,02 <sup>abA</sup>	0,31±0,01 <sup>abcBC</sup>
F7	0,27±0,02 <sup>aB</sup>	0,28±0,02 <sup>bB</sup>	0,38±0,01 <sup>abA</sup>	0,27±0,02 <sup>cB</sup>

<sup>a-c</sup>: Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna, não diferem pelo teste de média de *Tukey* a 5% de probabilidade. <sup>A-C</sup>: Médias seguidas pelas mesmas letras maiúscula na linha, não diferem pelo teste de média de *Tukey* a 5 % de probabilidade. **F1**: Formulação 1 (0,05% de extrato de orégano + 0,05% de extrato de manjeriço); **F2**: Formulação 2 (0,1% de extrato de orégano + 0,05% de extrato de manjeriço); **F3**: Formulação 3 (0,05% de extrato de orégano + 0,1% de extrato de manjeriço); **F4**: Formulação 4 (0,1% de extrato de orégano + 0,1% de extrato de manjeriço); **F5**: Formulação 5 (0,075% de extrato de orégano + 0,075% de extrato de manjeriço); **F6**: Formulação 6 (Controle); **F7**: Formulação 7 (0,01% de BHT).

Os valores de oxidação lipídica encontrados neste estudo variaram de 0,27 a 0,39 mg de malonaldeído.kg<sup>-1</sup> de amostra, estando abaixo do limiar de detecção humano (0,5 a 1,0 mg de malonaldeído.kg<sup>-1</sup>) apresentado por Soares (2012) que caracteriza o aparecimento de odor desagradável. Valores abaixo do limiar mínimo de 0,5 mg de malonaldeído.kg<sup>-1</sup> também foram encontrados por Soares (2012) e Silveira (2012) para linguiça calabresa e linguiça frescal toscana com adição de óleo essencial de louro, respectivamente.

A oxidação lipídica para a formulação adicionada de BHT (F7), apresentou estabilidade oxidativa até o período de 17 dias. Nos períodos avaliados, observou-se variações nos valores de TBARS em todas as formulações, resultante de reações oxidativas ao longo do período. A mesma observação também foi relatada por Soares (2012). De acordo com Schwert (2009) variações nos valores de TBARS no decorrer do tempo de armazenamento podem estar associadas ao aumento das concentrações de produtos altamente polares, os quais são resultado da polimerização dos produtos da oxidação secundária.

### 3.5 Análise de Cor

Os parâmetros da análise de cor para as diferentes formulações de linguiça calabresa mostraram (Tabela 5) que às mesmas não diferiram entre si ( $p>0,05$ ) para  $L^*$  (luminosidade) nos diferentes tempos analisados, o que se caracteriza como um efeito benéfico para estes produtos, uma vez que de acordo com Saggiorato (2008), o decréscimo nos valores de  $L^*$  representa a ocorrência de reações de escurecimento e desidratação da amostra.

Valores menores de  $L^*$  (34,90 a 44,68), maiores de  $a^*$  (21,33 a 23,54) e  $b^*$  (20,43 a 27,25) foram relatados por Schwert (2009) para linguiças calabresas cozidas submetidas a diferentes tratamentos de defumação e armazenamento durante 120 dias a 5 °C. Valores menores de  $L^*$  (29 a 35) também foram observados por Feihmann (2013) para formulações de linguiça mista frescal durante 20 dias de armazenamento.

Os valores do parâmetro  $a^*$  (intensidade da cor vermelha) oscilaram de 10,93 a 13,97 entre os períodos analisados, com diferença significativa ( $p<0,05$ ) para a formulação F2.

**Tabela 5** – Análise de cor, luminosidade ( $L^*$ ), parâmetro  $a^*$ , parâmetro  $b^*$ , índice de saturação ( $C^*$ ) e ângulo de tonalidade ( $h^*$ )

Dias	Tratamentos	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^*$
4	F1	58,74±1,83 <sup>aA</sup>	13,17±1,06 <sup>aA</sup>	6,53±0,54 <sup>abcA</sup>	14,71±1,03 <sup>abA</sup>	1,86±0,22 <sup>bcA</sup>
	F2	59,39±1,97 <sup>aA</sup>	11,60±1,00 <sup>bcB</sup>	6,23±0,50 <sup>bcB</sup>	13,25±0,80 <sup>cA</sup>	1,63±0,29 <sup>bcAB</sup>
	F3	58,96±3,30 <sup>aA</sup>	11,57±1,17 <sup>bA</sup>	6,99±0,60 <sup>abA</sup>	13,24±0,97 <sup>cB</sup>	1,36±0,20 <sup>cA</sup>
	F4	58,83±2,11 <sup>aA</sup>	11,45±0,99 <sup>bA</sup>	7,42±0,68 <sup>aA</sup>	13,64±0,87 <sup>bcA</sup>	1,34±0,14 <sup>cA</sup>
	F5	59,40±1,10 <sup>aA</sup>	11,71±0,26 <sup>bA</sup>	6,42±0,42 <sup>bcB</sup>	13,39±0,32 <sup>cB</sup>	1,66±0,12 <sup>cA</sup>
	F6	58,95±2,08 <sup>aA</sup>	13,81±0,89 <sup>aA</sup>	5,94±0,66 <sup>cdA</sup>	15,05±0,82 <sup>aA</sup>	2,11±0,33 <sup>bA</sup>
	F7	59,09±3,64 <sup>aA</sup>	13,64±1,02 <sup>aA</sup>	5,17±0,55 <sup>dC</sup>	14,67±0,95 <sup>abA</sup>	2,72±0,35 <sup>aA</sup>
17	F1	60,76±2,18 <sup>aA</sup>	12,18±1,17 <sup>aA</sup>	6,61±0,63 <sup>abcA</sup>	13,86±1,05 <sup>aA</sup>	1,65±0,25 <sup>abA</sup>
	F2	56,70±2,56 <sup>aA</sup>	12,99±1,28 <sup>aA</sup>	6,12±0,58 <sup>bcB</sup>	14,46±1,02 <sup>aA</sup>	2,01±0,23 <sup>aA</sup>
	F3	58,98±2,71 <sup>aA</sup>	12,17±0,93 <sup>aA</sup>	7,30±0,84 <sup>aA</sup>	14,43±1,00 <sup>aA</sup>	1,40±0,12 <sup>bA</sup>
	F4	57,60±2,17 <sup>aA</sup>	11,24±1,58 <sup>aA</sup>	7,40±0,78 <sup>aA</sup>	13,78±1,07 <sup>aA</sup>	1,34±0,25 <sup>bA</sup>
	F5	57,33±1,64 <sup>abB</sup>	12,28±1,03 <sup>aA</sup>	7,00±0,42 <sup>abA</sup>	14,31±0,66 <sup>aA</sup>	1,61±0,26 <sup>abA</sup>
	F6	59,88±4,45 <sup>aA</sup>	13,35±1,68 <sup>aA</sup>	6,11±0,53 <sup>bcA</sup>	14,69±1,60 <sup>aA</sup>	2,04±0,33 <sup>aA</sup>
	F7	60,14±2,29 <sup>aA</sup>	13,03±1,08 <sup>aA</sup>	5,94±0,38 <sup>cB</sup>	14,34±0,94 <sup>aA</sup>	2,09±0,22 <sup>abB</sup>
31	F1	58,60±1,87 <sup>aA</sup>	12,55±1,14 <sup>abcA</sup>	6,67±0,59 <sup>bcA</sup>	14,09±1,08 <sup>abcA</sup>	1,67±0,23 <sup>abcA</sup>
	F2	57,93±1,82 <sup>aA</sup>	11,91±0,88 <sup>bcdAB</sup>	7,16±0,65 <sup>abA</sup>	13,84±0,70 <sup>bcA</sup>	1,47±0,17 <sup>bcB</sup>
	F3	58,93±2,10 <sup>aA</sup>	11,50±1,01 <sup>bcdA</sup>	7,42±0,74 <sup>aA</sup>	13,94±0,67 <sup>abcAB</sup>	1,45±0,18 <sup>bcA</sup>
	F4	59,84±2,59 <sup>aA</sup>	10,93±1,04 <sup>dA</sup>	7,75±0,70 <sup>aA</sup>	13,56±0,98 <sup>bcA</sup>	1,19±0,20 <sup>cA</sup>
	F5	58,31±1,16 <sup>abAB</sup>	11,43±0,67 <sup>bcdA</sup>	7,45±0,34 <sup>aA</sup>	13,54±0,50 <sup>cB</sup>	1,30±0,21 <sup>cB</sup>
	F6	59,59±3,36 <sup>aA</sup>	13,97±1,16 <sup>aA</sup>	6,33±0,48 <sup>cA</sup>	15,32±1,19 <sup>aA</sup>	2,06±0,20 <sup>aA</sup>
	F7	59,29±2,09 <sup>aA</sup>	13,07±1,24 <sup>abA</sup>	6,40±0,34 <sup>cAB</sup>	14,76±1,03 <sup>abA</sup>	1,90±0,17 <sup>abB</sup>
53	F1	58,67±3,19 <sup>aA</sup>	12,62±1,13 <sup>abA</sup>	6,79±0,66 <sup>bcA</sup>	14,28±1,05 <sup>aA</sup>	1,65±0,11 <sup>bA</sup>
	F2	59,12±3,46 <sup>aA</sup>	12,52±1,13 <sup>abAB</sup>	7,11±0,59 <sup>abA</sup>	14,17±0,97 <sup>aA</sup>	1,57±0,29 <sup>bcB</sup>
	F3	59,27±3,25 <sup>aA</sup>	11,53±0,97 <sup>bA</sup>	7,51±0,51 <sup>abA</sup>	13,77±0,74 <sup>abAB</sup>	1,28±0,14 <sup>bA</sup>
	F4	58,13±2,36 <sup>aA</sup>	11,82±1,16 <sup>bA</sup>	7,89±0,26 <sup>aA</sup>	14,29±1,07 <sup>aA</sup>	1,28±0,18 <sup>bA</sup>
	F5	59,23±1,27 <sup>aA</sup>	11,75±0,71 <sup>bA</sup>	7,19±0,44 <sup>abA</sup>	13,77±0,50 <sup>abAB</sup>	1,44±0,23 <sup>bcAB</sup>
	F6	59,76±3,48 <sup>aA</sup>	13,70±1,22 <sup>aA</sup>	5,87±0,42 <sup>cA</sup>	14,98±1,11 <sup>aA</sup>	2,26±0,17 <sup>aA</sup>
	F7	59,93±1,99 <sup>aA</sup>	12,44±1,07 <sup>abA</sup>	6,79±0,59 <sup>bcA</sup>	14,35±0,86 <sup>aA</sup>	1,71±0,25 <sup>bcB</sup>

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de média de Tukey a 5% de probabilidade entre as formulações. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem pelo teste de média de Tukey a 5% de

probabilidade entre os dias avaliados. **F1**: Formulação 1 (0,05% de extrato de orégano + 0,05% de extrato de manjeriçã); **F2**: Formulação 2 (0,1% de extrato de orégano + 0,05% de extrato de manjeriçã); **F3**: Formulação 3 (0,05% de extrato de orégano + 0,1% de extrato de manjeriçã); **F4**: Formulação 4 (0,1% de extrato de orégano + 0,1% de extrato de manjeriçã); **F5**: Formulação 5 (0,075% de extrato de orégano + 0,075% de extrato de manjeriçã); **F6**: Formulação 6 (Controle); **F7**: Formulação 7 (0,01% de BHT).

Os principais parâmetros relacionados com a qualidade de produtos cárneos são o brilho ( $L^*$ ) e a cor vermelha ( $a^*$ ). Para que a coloração dos produtos cárneos apresente coloração desejada, é esperado que os valores de  $b^*$  sejam baixos e os valores de  $a^*$  altos (SCHWERT, 2009; FEIHRMANN, 2013; ZAGO, 2018), sendo este efeito observado nas formulações F1, F2, F6 e F7 do presente estudo. Assim, as formulações F1, F2, F6 e F7 foram as formulações que apresentaram os maiores valores de  $a^*$  nos tempos avaliados, mostrando uma maior tendência para cor avermelhada.

Por outro lado, as formulações com maiores valores de  $b^*$  foram as formulações F3 e F4, indicando uma coloração tendendo para amarelo. Ao contrário do verificado no presente estudo, Vieira (2012) observou um aumento nos valores de  $b^*$  e redução nos valores de  $a^*$  para todos os tratamentos em linguiça toscana adicionada de própolis. Valores menores de  $a^*$  variáveis (6,16 a 5,66) também foram encontrados por Zago (2018) para linguiça tipo toscana com adição de extrato de casca de romã.

Os valores de  $C^*$  (índice de saturação) oscilaram de 13,25 a 15,05 entre os tempos analisados, não sendo observadas diferenças ( $p > 0,05$ ) entre os tempos de 17 e 53 dias. O parâmetro  $h^\circ$  (ângulo de tonalidade) apresentou variação nos valores de 1,19 a 2,72 nos períodos avaliados, sendo que as formulações F1, F2, F6 e F7 apresentaram os maiores valores.

De modo geral, a cor das formulações de linguiças calabresas desenvolvidas no presente estudo pode ter sido influenciada pela adição dos extratos de orégano e manjeriçã, sendo, que a F1 foi a formulação que apresentou resultados satisfatórios para análise de cor, encontrando-se mais próxima dos valores encontrados para a formulação F6 e F7, formulação controle e com antioxidante sintético, respectivamente.

### 3.6 Análise de Textura

Os parâmetros do perfil de textura representam uma importante propriedade física, pois indicam as alterações no produto que podem tanto favorecer a aceitação como a rejeição sensorial.

Os resultados da análise de perfil de textura (Tabela 6), revelaram uma redução nos valores ( $p < 0,05$ ) dos parâmetros de dureza, gomosidade e mastigabilidade entre os tempos de 5 e 54 dias para as diferentes formulações, enquanto que a adesividade não diferiu ( $p > 0,05$ ) entre os tempos de avaliação para a formulação F6.

**Tabela 6** – Perfil de textura (TPA), das linguiças calabresas adicionadas de extratos liofilizados de orégano e manjerição aos 5 e 54 dias de armazenamento.

Parâmetros (5 dias)							
Formulações	Dureza (N)	Adesividade (N.s)	Elasticidade (%)	Coesividade	Gomosidade	Mastigabilidade	Resistência (%)
F1	21998,28±4060,50 <sup>aA</sup>	-44,58±15,26 <sup>aA</sup>	0,92±0,04 <sup>ab</sup>	0,77±0,03 <sup>abA</sup>	14474,58±2315,19 <sup>aA</sup>	16751,93±2060,89 <sup>aA</sup>	0,39±0,03 <sup>aA</sup>
F2	17884,47±2095,62 <sup>aA</sup>	-39,63±9,00 <sup>aA</sup>	0,94±0,05 <sup>aA</sup>	0,74±0,03 <sup>abB</sup>	12568,40±1221,02 <sup>aA</sup>	12909,28±1391,19 <sup>bA</sup>	0,36±0,03 <sup>aA</sup>
F3	22956,71±3876,00 <sup>aA</sup>	-58,95±12,80 <sup>aA</sup>	0,91±0,04 <sup>aA</sup>	0,77±0,04 <sup>abA</sup>	15800,01±2396,11 <sup>aA</sup>	16771,43±1824,75 <sup>aA</sup>	0,40±0,02 <sup>aA</sup>
F4	16735,82±1124,60 <sup>aA</sup>	-59,12±13,72 <sup>aA</sup>	0,91±0,04 <sup>aA</sup>	0,73±0,04 <sup>bA</sup>	12251,99±646,50 <sup>aA</sup>	11609,14±902,56 <sup>bA</sup>	0,34±0,03 <sup>aA</sup>
F5	19669,26±2234,97 <sup>aA</sup>	-61,33±6,96 <sup>aA</sup>	0,92±0,02 <sup>aA</sup>	0,77±0,02 <sup>aA</sup>	13172,51±1171,92 <sup>aA</sup>	13071,70±843,42 <sup>bA</sup>	0,38±0,03 <sup>aA</sup>
F6	15139,63±2067,66 <sup>aA</sup>	-42,80±22,56 <sup>aA</sup>	0,92±0,05 <sup>aA</sup>	0,76±0,04 <sup>abA</sup>	13272,93±1969,35 <sup>aA</sup>	12045,19±1783,35 <sup>bA</sup>	0,37±0,03 <sup>aA</sup>
F7	21364,93±3021,07 <sup>aA</sup>	-55,05±9,86 <sup>aA</sup>	0,90±0,07 <sup>aA</sup>	0,79±0,02 <sup>aA</sup>	14928,81±1816,84 <sup>aA</sup>	13991,60±1922,75 <sup>abA</sup>	0,40±0,02 <sup>aA</sup>
Parâmetros (54 dias)							
Formulações	Dureza (N)	Adesividade (N.s)	Elasticidade (%)	Coesividade	Gomosidade	Mastigabilidade	Resistência (%)
F1	10157,28±1951,97 <sup>abB</sup>	-4,12±3,03 <sup>ab</sup>	0,97±0,05 <sup>aA</sup>	0,79±0,05 <sup>aA</sup>	7664,67±782,83 <sup>ab</sup>	7825,00±839,91 <sup>ab</sup>	0,41±0,04 <sup>aA</sup>
F2	10170,49±1460,21 <sup>abB</sup>	-7,18±2,80 <sup>abB</sup>	0,93±0,04 <sup>abA</sup>	0,77±0,03 <sup>aA</sup>	7747,70±777,11 <sup>ab</sup>	7272,11±777,11 <sup>ab</sup>	0,37±0,02 <sup>abA</sup>
F3	9742,23±1783,15 <sup>abB</sup>	-15,34±8,80 <sup>abB</sup>	0,90±0,06 <sup>bA</sup>	0,76±0,05 <sup>aA</sup>	7635,45±746,33 <sup>ab</sup>	6845,55±1147,12 <sup>abB</sup>	0,38±0,03 <sup>abA</sup>
F4	10310,77±1359,14 <sup>ab</sup>	-10,85±3,20 <sup>abB</sup>	0,88±0,04 <sup>bB</sup>	0,75±0,04 <sup>aA</sup>	7735,74±760,55 <sup>ab</sup>	6702,81±568,31 <sup>abB</sup>	0,35±0,03 <sup>abA</sup>
F5	7288,61±979,98 <sup>bB</sup>	-16,03±7,00 <sup>abB</sup>	0,92±0,02 <sup>bA</sup>	0,78±0,02 <sup>aA</sup>	6186,78±972,14 <sup>ab</sup>	5600,11±401,42 <sup>bB</sup>	0,37±0,02 <sup>abA</sup>
F6	9465,72±2175,32 <sup>abB</sup>	-11,39±4,28 <sup>abA</sup>	0,94±0,03 <sup>abA</sup>	0,78±0,04 <sup>aA</sup>	8214,27±1046,02 <sup>ab</sup>	7437,41±787,27 <sup>ab</sup>	0,36±0,03 <sup>abA</sup>
F7	8172,97±1666,56 <sup>abB</sup>	-21,87±13,60 <sup>bB</sup>	0,92±0,05 <sup>abA</sup>	0,76±0,07 <sup>aA</sup>	7837,38±1320,22 <sup>ab</sup>	6425,43±822,76 <sup>abB</sup>	0,33±0,05 <sup>bA</sup>

<sup>a-b</sup>: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de média de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>A-B</sup>: Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de média de Tukey a 5% de probabilidade para cada formulação entre os dias para cada parâmetro analisado. **F1**: Formulação 1 (0,05% de extrato de orégano + 0,05% de extrato de manjerição); **F2**: Formulação 2 (0,1% de extrato de orégano + 0,05% de extrato de manjerição); **F3**: Formulação 3 (0,05% de extrato de orégano + 0,1% de extrato de manjerição); **F4**: Formulação 4 (0,1% de extrato de orégano + 0,1% de extrato de manjerição); **F5**: Formulação 5 (0,075% de extrato de orégano + 0,075% de extrato de manjerição); **F6**: Formulação 6 (Controle); **F7**: Formulação 7 (0,01% de BHT).

Os valores que correspondem a elasticidade apresentaram variações entre as formulações. Por outro lado, valores que correspondem à resistência não sofreram alterações significativas durante o período de armazenamento da linguiça calabresa. Observou-se, sobretudo, uma redução acentuada para dureza, que pode ser ocasionada pela menor desidratação do produto durante a estocagem (Tabela 6).

Os parâmetros de dureza, adesividade, elasticidade, gomosidade e resistência não mostraram diferença entre as formulações ( $p>0,05$ ) no tempo de 5 dias. E para o tempo de 54 dias, as formulações não apresentaram diferenças para coesividade e gomosidade.

Feihmann (2013) observou um aumento na mastigabilidade durante o armazenamento, de linguiça mista frescal com variações de 23 - 26 N (dia de fabricação) e 25 - 30 N (20º dia de armazenamento). Fernandes (2015) verificou que os atributos de (dureza, elasticidade, mastigabilidade, gomosidade e coesividade) em linguiças cozidas com adição de extrato de orégano, que estas propriedades não foram afetadas com a adição do extrato.

#### 4 Conclusão

O extrato de orégano apresentou maior atividade antioxidante que o extrato de manjericão, apesar de ambos apresentarem boa atividade antioxidante.

As formulações F1 e F2 dentre as formulações foram as que se mostraram mais eficientes frente a oxidação lipídica, sendo que a formulação F1 apresentou resultados semelhantes ao controle para as análises de cor e textura.

Por fim constatou-se que os extratos de orégano e manjericão podem ser considerados como uma alternativa como antioxidante natural para indústria de alimentos, podendo ser aplicados individualmente ou em combinações, em substituição aos antioxidantes sintéticos ou em associação com os mesmos.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Estadual de Londrina (UEL), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Programa de Pós-graduação em Ciências de Alimentos da UEL e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *campus* Francisco Beltrão –

#### 5 Referências

ADAMI, F.S. **Teor de nitrato e nitrito e análise microbiológica em linguiça e queijos**. 2015. 66 f. Tese (Doutorado em Ambiente e Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Ambiente Desenvolvimento, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil, 2015.

ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **B. CEPPA**. Curitiba, v. 24, n. 2, p. 319-336, jul.-dez. 2006.

A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16th edition. Arlington: Association of Official Analytical Chemists. 1995.

BENZIE, I.F.F.; STRAIN, J.J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. **Analytical Biochemistry**. v. 239, p. 70-76. 1996.

BHALE, S.D. et al. Oregano and Rosemary Extracts inhibit Oxidation of Long-Chain n-3 Fatty Acids in Menhaden Oil. **Journal of Food Science**. v. 72, n. 9, p. 504-508. 2007.

BOURNE, M.C. Texture profile analysis. **Food Technology**. v. 32, n. 7, p. 62-72. 1978.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000. Anexo III. **Regulamento técnico de Identidade e Qualidade de Linguiça**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil, 2000.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **Food Science and Technology**. v. 28, p.25-30. 1995.

DEL RÉ, P.V; JORGE, N. Especiarias como antioxidantes naturais: aplicações em alimentos e implicação na saúde. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v. 14, n.2, p. 389-399. 2012.

FEIHRMANN, A.C. **Linguiça mista frescal de baixo teor de gordura elaborada com carnes de ovelhas de descarte alimentadas com linhaça**. 2013. 119 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil. 2013.

FERNANDES, R.P.P. **Uso de extratos antioxidantes naturais obtidos de ervas aromáticas na elaboração de produtos a base de carne ovina**. 2015. 255 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, São Paulo, Brasil, 2015.

FIGUEIRÓ, L.S. **Influência da redução do teor de nitrito de sódio na estabilidade oxidativa e avaliação microbiológica de linguiça suína frescal**. 68 f. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 2013.

FUKAYAMA, E.H. et al. Extrato de orégano como aditivo em rações para frangos de corte. **Rev. Bras. Zootec.** v. 34, n. 6, p. 2316-2326. 2005.

GOMES, R.S.S. et al. Eficiência de óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Rev. Bras. Pl. Med.** Campinas, v. 18, n. 1, p. 279-287. 2016.

GANDRA, E.A. et al. Potencial antimicrobiano e antioxidante de extratos vegetais de alecrim, erva doce, estragão e orégano. **Rev. Cien. Tec.** v. 15, n. 20. 2013.

GONÇALVES, J.H.T.; SANTOS, A.S.; MORAIS, H.A. Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e triagem fitoquímica de ervas condimentares desidratadas. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**. v. 13, n. 1, p. 486-497. 2015.

GÜEZ, C.M. **Avaliação dos efeitos do extrato hidroalcoólico do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) sobre parâmetros oxidativos, inflamatórios e genotóxicos em cultura e leucócitos humanos**. 2014. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brasil, 2014.

GUIMARÃES, S.F. **Respostas fisiológicas na pós-colheita de folhas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. 2015. 104 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2015.

HENN, J.D. et al. Óleo essencial de orégano como aditivo alimentar para leitões: potencial antimicrobiano e antioxidante. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, n. 8, p. 1761-1767. 2010.

HENRIQUE, V.A.; FERREIRA, L.P.; NUNES, C.R. Análise físico-química e antioxidante de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) orgânico. **Revista Interdisciplinar do Pensamento Crítico**. v. 3, n. 2, p. 85-97, jul.-dez. 2017.

ITAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

KUMAZAWA, S.; HAMASAKA, T.; NAKAYAMA, T. Antioxidant activity of propolis of various geographic origins. **Food Chemistry**. v. 64, p. 329-339. 2004.

JANNUZZI, H. **Rendimento e caracterização química do óleo essencial de genótipos de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) no Distrito Federal**. 2013. 84 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, Distrito Federal, Brasil, 2013.

JUSTO, O.R. et al. Avaliação do potencial antioxidante de extratos ativos de plantas obtidos por extração com fluido supercrítico. **Química Nova**. v. 31, n. 7, p. 1699-1705. 2008.

LAROSA, G. **Desenvolvimento de produto cárneo de tilápia com antioxidantes naturais**. 2011. 93 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, São Paulo, Brasil, 2011.

MACEDO, R.E.F. **Utilização de culturas lácticas probióticas no processamento de produto cárneo fermentado**. 2005. 210 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, 2005.

MARANGONI, C.; MOURA, N.F. Antioxidant activity of essential oil from *Coriandrum sativum* L. in Italian salami. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 31, n. 1, p. 124-128, jan.-mar. 2011.

MARANGONI, C. **Atividade antioxidante do óleo essencial de coentro (*Coriandrum sativum* L.) em salame italiano**. 132 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa

de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Comunitária Regional de Chapecó, Chapecó, Santa Catarina, Brasil, 2007.

MARIUTTI, L.R.B.; BRAGAGNOLO, N. Revisão: Antioxidantes Naturais da Família Lamiaceae. Aplicação em Produtos Alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 10, n. 2, p. 96-103. 2007.

MCCLEMENTS, D.J.; DECKER, E.A. Lipídeos. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.

MENDES, G.M.; RODRIGUES-DAS-DORES, R.G.; CAMPIDELI, L.C. Avaliação do teor de antioxidantes, flavonoides e compostos fenólicos em preparações condimentares. **Rev. Bras. Pl. Med.** Campinas, v. 17, n. 2, p. 297-304. 2015.

OLIVEIRA, R.R. et al. Antioxidantes naturais em produtos cárneos. **PUBVET**. Londrina, v.6, n. 10. 2012.

PEREIRA, M.O.S. **Estudo comparativo de métodos de avaliação da capacidade antioxidante de compostos bioativos**. 2010. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia alimentar) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia alimentar, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal, 2010.

PITARO, S.P.; FIORANI, L.V.; JORGE, N. Potencial antioxidante dos extratos de manjerição (*Ocimum basilicum* Lamiaceae) e orégano (*Origanum vulgare* Lamiaceae) em óleo de soja. **Rev. Bras. Pl. Med.** v. 14, n. 4, p. 686-691. 2012.

RAVELLI, D. **Estabilidade oxidativa de óleo de soja adicionado de extratos de especiarias: correlação entre parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial**. 2011. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2011.

ROSADO, L.D.S. et al. Alelopatia do extrato aquoso e do óleo essencial de folhas de manjerição “Maria Bonita” na germinação da alface, tomate e melissa. **Rev. Bras. Pl. Med.** Botucatu, v. 11, n. 4, p. 422-428. 2009.

RUFINO, M.S.M. et al. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. Comunicado Técnico online. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**. Fortaleza, Ceará, julho. 2007.

RUFINO, M.S.M. et al. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS<sup>•+</sup>. Comunicado Técnico online. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**. Fortaleza, Ceará, Julho. 2007.

RUFINO, M.S.M. et al. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP). Comunicado Técnico online. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**. Fortaleza, Ceará, Dezembro. 2006.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, I.; JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; SAURA-CALIXTO, F. In vitro antioxidant activity of coffees brewed using different procedures (Italian, espresso and filter). **Food Chemistry**. v. 90. p. 133-139. 2005.

SAGGIORATO, A.G. **Atividade antifúngica e antioxidante *in vitro* e na superfície de salame tipo italiano do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Erechim, rio Grande do Sul, Brasil, 2008.

SCHWERT, Rodrigo. **Avaliação do uso de fumaça líquida em linguiça tipo calabresa cozida e defumada**. 2014. 125 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil, 2014.

SCHWERT, R. **Uso de fumaça líquida em linguiça tipo calabresa cozida e defumada**. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e da Missões, Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil, 2009.

SHIMANO, M.Y.H. **Ação antioxidante de extratos de especiarias e suas misturas binárias e ternárias sobre a estabilidade oxidativa de óleo de soja**. 2012. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2012.

SILVA, M.O. **Modelagem e análise do processo de cozimento da linguiça tipo calabresa**. 2015. 108 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, *campus* de Erechim, Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil, 2015.

SILVA, F.S. **Uma perspectiva no consumo de produtos *clean label* a partir do desenvolvimento de uma linguiça frescal suína orgânica com óleo essencial de alecrim**. 2014. 107 f. Dissertação (Mestre em nutrição de alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil, 2014.

SILVEIRA, S.M. **Avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante de extratos vegetais e óleos essenciais e aplicação do óleo essencial de louro (*L. nobilis*) como agente conservador natural em embutido cárneo frescal**. 2012. 215 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil, 2012.

SOARES, D.J. et al. Processo oxidativos na fração lipídica de alimentos. **B. CEPPA**. Curitiba, v. 30, n. 2, p. 263-272, jul.–dez. 2012.

SOARES, J.M. **Avaliação da oxidação lipídica e proteica em linguiças calabresa e toscana**. 2012. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), *campus* de Erechim, Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil, 2012.

SOUSA, C.M.M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**. v. 30, n. 2, p.351-355. 2007.

STATSOFT. **Statistica**. Release 7. Copyright. 2005.

STRASBURG, G.; XIONG, Y.L.; CHIANG, W. Fisiologia e Química dos Tecidos Musculares Comestíveis. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.

TARLADGIS, B.G.; PEARSON, A. M.; DUGAN, L. R. Chemistry of the 2- thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods – II Formation of the TBA – Malonaldehyde complex without acid-heat treatment. **Journal Science and Food Agriculture**, v. 15, n. 602, 1964.

TERRA, N.N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 2000. 216 p.

VIEIRA, V.B. **Obtenção do extrato de própolis assistida por micro-ondas, aplicação em linguiça toscana e avaliação da sua capacidade antioxidante**. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, 2012.

VITOR, D.M. **Enzimas oxidativas na expressão da injúria por frio em manjericão (*Ocimum basilicum* L.) CV. Genovese em vaso na simulação do transporte**. 2014. 98 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2014.

ZAGO, G.R. **Estabilidade oxidativa de linguiça tipo Toscana com extrato liofilizado de casca de romã (*Punica granatum* L.)**. 120 f. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil, 2018.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os extratos de orégano e manjeriço apresentaram boa atividade antioxidante, demonstrando potencial capacidade antioxidante para aplicação na indústria de alimentos, podendo ser utilizados individualmente ou em combinação com antioxidantes sintéticos.

As formulações F1, com adição de 0,05% de extrato de orégano e 0,05% de extrato de manjeriço e F2 com adição de 0,1% de extrato de orégano e 0,05% de extrato de manjeriço mostraram-se mais eficientes frente a inibição da oxidação lipídica.

Ainda, a formulação F1 apresentou resultados semelhantes ao controle para as análises de cor e textura. Demonstrando que, extratos de orégano e manjeriço nestas concentrações pode ser uma alternativa como antioxidante natural para indústria de alimentos, em substituição aos antioxidantes sintéticos ou em associação com os mesmos.

Considerando os resultados obtidos na oxidação lipídica, mais estudos com outras concentrações de extratos devem ser realizados, uma vez que podem apresentar atividade antioxidante diferente se utilizados individualmente e em produtos frescos, ou em produtos que não sejam comercializados sob vácuo, ainda, os extratos podem perder a ação com o decorrer do tempo de armazenamento.

## 7 REFERÊNCIAS GERAIS

- ACHKAR, M.T. et al. Propriedade antioxidante de compostos fenólicos: importância na dieta e na conservação de alimentos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**. v. 11, n. 2, p. 398-406, ago.-dez. 2013.
- ADAMI, F.S. **Teor de nitrato e nitrito e análise microbiológica em linguiça e queijos**. 2015. 66 f. Tese (Doutorado em Ambiente e Desenvolvimento) – Programa de Pós-Graduação em Ambiente Desenvolvimento, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil, 2015.
- ALEZANDRO, M.R. et al. Commercial spices and industrial ingredients: evaluation of antioxidant capacity and flavonoids content for functional foods development. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**. Campinas, v. 31, n. 2, p. abr.-jun. 2011.
- ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **B. CEPPA**. Curitiba, v. 24, n. 2, p. 319-336, jul.-dez. 2006.
- ANGELO, P.M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. v. 66, n. 1, p. 1-9. 2007.
- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 16th edition. Arlington: Association of Official Analytical Chemists. 1995.
- ARANGO, O.B. et al. Actividad antioxidante del aceite esencial de oregano (*Lippia origanoides* H.B.K) del Alto Patia. **Biotechnología em el Sector Agropecuario y Agroindustrial**. v. 10, n. 2, p. 79-86, jul.-dec. 2012.
- ARAÚJO, J.M. A. **Química de Alimentos: teoria e prática**. 5 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2012. 601 p.
- BENZIE, I.F.F.; STRAIN, J.J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. **Analytical Biochemistry**. v. 239, p. 70-76. 1996.
- BERALDO, C. et al. Eficiência de óleos essenciais de canela e cravo-da-índia como sanitizantes na indústria de alimentos. **Pesq. Agropec. Trop.** Goiânia, v. 43, n. 4, p. 436-440, out.-dez. 2013.
- BHALE, S.D. et al. Oregano and Rosemary Extracts inhibit Oxidation of Long-Chain n-3 Fatty Acids in Menhaden Oil. **Journal of Food Science**. v. 72, n. 9, p. 504-508. 2007.
- BORBA, H. et al. Características físico-químicas e sensoriais de embutido fresco de aves de descarte preparado com diferentes antioxidantes naturais. **Rev. Bras. Saúde. Prod. Anim.** Salvador, v. 13, n. 2, p. 360-370, abr.-jun. 2012.
- BORGES, A.M. et al. Determinação de óleos essenciais de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.) e tomilho (*Thymus vulgaris* L.). **Rev. Bras. PI. Med.** v. 14, n. 4, p. 656-665. 2012.

BOTRE, D.A. et al. Avaliação de filme incorporado com óleo essencial de orégano para conservação de pizza pronta. **Rev. Ceres**. Viçosa, v. 57, n. 3, p. 283-291, mai.-jun. 2010.

BOURNE, M.C. Texture profile analysis. **Food Technology**. v. 32, n. 7, p. 62-72. 1978.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciênc. Tecnol. Alimen.** v. 22, n. 1, p. 98-1043, jan.-abr. 2002.

BRASIL. Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução – RDC nº 272 de 14 de março de 2019. **Resolução sobre os aditivos alimentares autorizados para uso em carnes e produtos cárneos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil, 2019.

BRASIL. Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução – RDC nº 276 de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para especiarias, temperos e molhos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil, 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução - RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000. Anexo III. **Regulamento técnico de Identidade e Qualidade de Linguiça**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil, 2000.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **Food Science and Technology**. v. 28, p.25-30. 1995.

BUSATTA, C. **Caracterização química e atividade antimicrobiana *in vitro* e em alimentos dos extratos de orégano e manjerona**. 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil, 2006.

CAMPAGNOL, P.C.B. **Cultura Starter produzida em meio de cultura de plasma suíno e antioxidante natural na elaboração do salame**. 2007. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria / UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, 2007.

CAVA, G.C. **Efeito da adição de extrato de alecrim e alho em pó nos parâmetros de cor e oxidação lipídica de produto cárneo emulsionado à base de frango**. 2007. 178 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil, 2007.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Editora da Unicamp, 2007. 207 p.

DEGÁSPARI, C.H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**. Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, jan.-jun. 2004.

DEL RÉ, P.V; JORGE, N. Especiarias como antioxidantes naturais: aplicações em alimentos e implicação na saúde. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s. v. 14, n.2, p. 389-399. 2012.

FEIHRMANN, A.C. **Linguixa mista frescal de baixo teor de gordura elaborada com carnes de ovelhas de descarte alimentadas com linhaça**. 2013. 119 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil. 2013.

FERNANDES, R.P.P. **Uso de extratos antioxidantes naturais obtidos de ervas aromáticas na elaboração de produtos a base de carne ovina**. 2015. 255 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, São Paulo, Brasil, 2015.

FERREIRA, F.C.; SANTOS, N.N. MEDEIROS, L.M. Vida de prateleira de hambúrguer: avaliação físico-química com relação ao ranço oxidativo. **Higiene Alimentar**. v. 15, n. 86, p.61-64, julho. 2001.

FIGUEIRÓ, L.S. **Influência da redução do teor de nitrito de sódio na estabilidade oxidativa e avaliação microbiológica de linguixa suína frescal**. 68 f. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 2013.

FILHO, L.B. **Produção de massa e rendimento de óleo de essencial de orégano (*Oiganum vulgare L.*) em função de diferentes lâminas de irrigação**. 2007. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil, 2007.

FUKAYAMA, E.H. et al. Extrato de orégano como aditivo em rações para frangos de corte. **Rev. Bras. Zootec**. v. 34, n. 6, p. 2316-2326. 2005.

GANDRA, E.A. et al. Potencial antimicrobiano e antioxidante de extratos vegetais de alecrim, erva doce, estragão e orégano. **Rev. Cien. Tec**. v. 15, n. 20. 2013.

GOMES, R.S.S. et al. Eficiência de óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de feijão-fava (*Phaseolus lunatus L.*). **Rev. Bras. Pl. Med**. Campinas, v. 18, n. 1, p. 279-287. 2016.

GONÇALVES, J.H.T.; SANTOS, A.S.; MORAIS, H.A. Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e triagem fitoquímica de ervas condimentares desidratadas. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**. v. 13, n. 1, p. 486-497. 2015.

GUERRA, N.B; LAJOLO,F.M. Ação antioxidante de especiarias face a diferentes atividades de água. **Ciência e Tecnologia em Alimentos**. v. 25, n. 1, p. 45-50, jan.-mar. 2005.

GÜEZ, C.M. **Avaliação dos efeitos do extrato hidroalcoólico do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) sobre parâmetros oxidativos, inflamatórios e genotxicológicos em cultura e leucócitos humanos.** 2014. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brasil, 2014.

GUIMARÃES, S.F. **Respostas fisiológicas na pós-colheita de folhas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.).** 2015. 104 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2015.

HENN, J.D. et al. Óleo essencial de orégano como aditivo alimentar para leitões: potencial antimicrobiano e antioxidante. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v. 39, n. 8, p. 1761-1767. 2010.

HENRIQUE, V.A.; FERREIRA, L.P.; NUNES, C.R. Análise físico-química e antioxidante de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) orgânico. **Revista Interdisciplinar do Pensamento Crítico.** v. 3, n. 2, p. 85-97, jul.-dez. 2017.

HUBER, L.S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Flavonóis e Flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. **Alim. Nutri.** Araraquara, v. 19, n.1, p. 97-108, jan.-mar. 2008.

ITAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

JANNUZZI, H. **Rendimento e caracterização química do óleo essencial de genótipos de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) no Distrito Federal.** 2013. 84 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, Distrito Federal, Brasil, 2013.

JUSTO, O.R. et al. Avaliação do potencial antioxidante de extratos ativos de plantas obtidos por extração com fluido supercrítico. **Química Nova.** v. 31, n. 7, p. 1699-1705. 2008.

KÜHN, H.; BORCHEERT, A. Regulation of enzymatic lipid peroxidation: the interplay of peroxidizing and peroxide reducing enzymes. **Free Radical Biology e Medicine.** v. 33, n. 2, p. 154-172. 2002.

KUFNER, D.E. **Atividade antioxidante do extrato aquoso de manjerona (*Origanum majarona* L.) em linguiça frescal de frango.** 2010. 56 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da URI- *Campus* de Erechim, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil, 2010.

KUMAZAWA, S.; HAMASAKA, T.; NAKAYAMA, T. Antioxidant activity of propolis of various geografic origins. **Food Chemistry.** v. 64, p. 329-339. 2004.

LAROSA, G. **Desenvolvimento de produto cárneo de tilápia com antioxidantes naturais.** 2011. 93 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Programa de Pós-Graduação em

Ciência dos Alimentos da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, São Paulo, Brasil, 2011.

LEÃO, L. L. et al. Uso de antioxidantes naturais em carnes e seus subprodutos. **Cad. Ciênc. Agra.**, v. 9, n. 1, p. 94-100. 2017.

LIMA JÚNIOR, D.M. et al. Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**. v. 7, n. 1, p. 14-28. 2013.

MACEDO, R.E.F. **Utilização de culturas lácticas probióticas no processamento de produto cárneo fermentado**. 2005. 210 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, 2005.

MARANGONI, C.; MOURA, N.F. Antioxidant activity of essential oil from *Coriandrum sativum* L. in Italian salami. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 31, n. 1, p. 124-128, jan.-mar. 2011.

MARANGONI, C. **Atividade antioxidante do óleo essencial de coentro (*Coriandrum sativum* L.) em salame italiano**. 132 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Comunitária Regional de Chapecó, Chapecó, Santa Catarina, Brasil, 2007.

MARIUTTI, L.R.B.; BRAGAGNOLO, N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v.69, n. 1, p. 1-11. 2009.

MARIUTTI, L.R.B.; BRAGAGNOLO, N. Revisão: Antioxidantes Naturais da Família Lamiaceae. Aplicação em Produtos Alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 10, n. 2, p. 96-103. 2007.

MARTINS, A.G.L.A. et al. Atividade antibacteriana do óleo essencial do manjeriço frente a sorogrupos de *Escherichia coli* enteropatogênica isolados de alface. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 40, n. 8, p. 1791-1796, ago. 2010.

MCCLEMENTS, D.J.; DECKER, E.A. Lipídeos. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.

MELO, E.A. et al. Atividade antioxidante de extratos de coentro (*Coriandrum sativum* L.). **Ciênc. Tecnol. Aliment**. Campinas, v. 23 (Supl), p. 195-199, dez. 2003.

MENDES, G.M.; RODRIGUES-DAS-DORES, R.G.; CAMPIDELI, L.C. Avaliação do teor de antioxidantes, flavonoides e compostos fenólicos em preparações condimentares. **Rev. Bras. Pl. Med**. Campinas, v. 17, n. 2, p. 297-304. 2015.

MORAIS, S.M. et al. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 19, n. 1B, p. 315-320, jan.-mar. 2009.

OLIVEIRA, R.R. et al. Antioxidantes naturais em produtos cárneos. **PUBVET**. Londrina, v.6, n. 10. 2012.

OLIVO, R. Alterações Oxidativas em Produtos Cárneos. In: SHIMOKOMAKI, M. et al. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. 236 p.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Fatores que Influenciam as Características das Matérias-Primas e suas Implicações Tecnológicas. In: SHIMOKOMAKI, M. et al. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. 236 p.

ORDOÑEZ, J.A. et al. **Tecnologia de Alimentos. Componentes dos alimentos e processos**. Volume 1. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294 p.

PASCUAL-VILLALOBOS, M.J.; BALLESTA-ACOSTA, M.C. Chemical variation in *Ocimum basilicum* germplasm collection and activity of the essential oils on *Collosobruchus maculatus*. **Biochemical Systematics and Ecology**. v. 31, p. 673-679. 2003.

PEREIRA, M.G. **Aplicação de antioxidantes naturais em carne mecanicamente separada (CMS) de ave**. 2009. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, 2009.

PEREIRA, A.C.S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de frutas tropicais e cítricas produzidas no Ceará**. 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil, 2009.

PEREIRA, M.O.S. **Estudo comparativo de métodos de avaliação da capacidade antioxidante de compostos bioativos**. 2010. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia alimentar) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia alimentar, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal, 2010.

PIEIDADE, K.R. **Uso de ervas aromáticas na estabilidade oxidativa de filés de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) processados**. 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2007.

PITARO, S.P.; FIORANI, L.V.; JORGE, N. Potencial antioxidante dos extratos de manjeriço (*Ocimum basilicum* Lamiaceae) e orégano (*Origanum vulgare* Lamiaceae) em óleo de soja. **Rev. Bras. PI. Med.** v. 14, n. 4, p. 686-691. 2012.

QUEIROZ, A.M.P. **Efeitos do tripolifosfato de sódio sobre as características microbiológicas, físico-químicas e vida de prateleira em linguiça frescal de frango**. 2006. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias na especialidade de Inspeção e Tecnologia de Produtos de Origem animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 2006.

RAMALHO, V.C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**. v. 29, n. 4, p. 755-60. 2006.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Minas Gerais: Ed. UFV, 2007. 599 p.

RAVELLI, D. **Estabilidade oxidativa de óleo de soja adicionado de extratos de especiarias: correlação entre parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial**. 2011. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2011.

REGITANO-D’ARCE, M.A.B. Deterioração de Lipídeos – Ranço. In: OETTERER, M.; REGITANO-D’ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 1 ed. São Paulo: Manole, 2009. 612 p.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química de Alimentos**. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2007. 186 p.

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

ROSADO, L.D.S. et al. Alelopatia do extrato aquoso e do óleo essencial de folhas de manjerição “Maria Bonita” na germinação da alface, tomate e melissa. **Rev. Bras. Pl. Med. Botucatu**, v. 11, n. 4, p. 422-428. 2009.

RUFINO, M.S.M. et al. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. Comunicado Técnico online. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**. Fortaleza, Ceará, julho. 2007.

RUFINO, M.S.M. et al. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS<sup>•+</sup>. Comunicado Técnico online. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**. Fortaleza, Ceará, Julho. 2007.

RUFINO, M.S.M. et al. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP). Comunicado Técnico online. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**. Fortaleza, Ceará, Dezembro. 2006.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, I.; JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; SAURA-CALIXTO, F. In vitro antioxidant activity of coffees brewed using different procedures (Italian, espresso and filter). **Food Chemistry**. v. 90. p. 133-139. 2005.

SAGGIORATO, A.G. **Atividade antifúngica e antioxidante *in vitro* e na superfície de salame tipo italiano do óleo essencial de manjerição (*Ocimum basilicum* L.)**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Erechim, rio Grande do Sul, Brasil, 2008.

SANTOS, R.L.A.; BARREIROS, M.N.W.; ANDRADE, M.C. Investigação da atividade antimicrobiana do *Ocimum basilicum* (manjeriço) sobre *Staphylococcus aureus*. **Revista Ciências em Saúde**. v. 1, n. 3, p. 1-10, out. 2011.

SANTURIO, D.F. **Uso de óleos essenciais de especiarias para controle de coliformes em linguiça toscana**. 2015. 62 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, 2015.

SCHEID, G.A. **Avaliação sensorial e físico-química de salame tipo italiano contendo diferentes concentrações de cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllus*)**. 2001. 94 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2001.

SCHERER, R. et al. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Rev. Bras. Pl. Med.** Botucatu, v. 11, n. 4, p. 442-4449. 2009.

SCHWERT, Rodrigo. **Avaliação do uso de fumaça líquida em linguiça tipo calabresa cozida e defumada**. 2014. 125 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil, 2014.

SCHWERT, R. **Uso de fumaça líquida em linguiça tipo calabresa cozida e defumada**. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e da Missões, Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil, 2009.

SHAN, B. et al. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. **Agric. Food Chem.** v. 53, p. 7749-7759. 2005.

SHIMANO, M.Y.H. **Ação antioxidante de extratos de especiarias e suas misturas binárias e ternárias sobre a estabilidade oxidativa de óleo de soja**. 2012. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2012.

SILVA, M.O. **Modelagem e análise do processo de cozimento da linguiça tipo calabresa**. 2015. 108 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, *campus* de Erechim, Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil, 2015.

SILVA, F.S. **Uma perspectiva no consumo de produtos *clean label* a partir do desenvolvimento de uma linguiça frescal suína orgânica com óleo essencial de alecrim**. 2014. 107 f. Dissertação (Mestre em nutrição de alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil, 2014.

SILVA, F.A.M.; BORGES, M.F.M.; FERREIRA, M.A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**. v. 22, n. 1, p. 94-103. 1999.

SILVEIRA, S.M. **Avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante de extratos vegetais e óleos essenciais e aplicação do óleo essencial de louro (*L. nobilis*) como agente conservador natural em embutido cárneo frescal.** 2012. 215 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil, 2012.

SILVESTRI, J.D.F. et al. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb). **Rev. Ceres.** Viçosa, v. 57, n. 5, p. 589-594, set.-out. 2010.

SOARES, D.J. et al. Processo oxidativos na fração lipídica de alimentos. **B. CEPPA.** Curitiba, v. 30, n. 2, p. 263-272, jul.–dez. 2012.

SOARES, J.M. **Avaliação da oxidação lipídica e proteica em linguiças calabresa e toscana.** 2012. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), *campus* de Erechim, Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil, 2012.

SOARES, A.L. et al. Lipid Oxidation and Fatty Acid Profile Related to Broiler Breast Meat Color Abnormalities. **Brazilian Archives of Biology and Technology.** v. 52, n. 6, p. 1513-1518, Nov.–Dec. 2009.

SOARES, S.E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição.** Campinas, v.15, n. 1, p. 71-81, jan.-abr. 2002.

SOUSA, C.M.M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova.** v. 30, n. 2, p.351-355. 2007.

SPAKI, K.D.S.; MONTANHINI, M.T.M. Avaliação em rotulagem de linguiças coloniais comercializadas na região de Campos Gerais – Pr. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal.** v. 8, n. 2, p. 1-16, abr.-jun. 2014.

STATSOFT. **Statistica.** Release 7. Copyright. 2005.

STRASBURG, G.; XIONG, Y.L.; CHIANG, W. Fisiologia e Química dos Tecidos Musculares Comestíveis. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema.** 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.

TARLADGIS, B.G.; PEARSON, A. M.; DUGAN, L. R. Chemistry of the 2- thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods – II Formation of the TBA – Malonaldehyde complex without acid-heat treatment. **Journal Science and Food Agriculture,** v. 15, n. 602, 1964.

TERRA, N.N. **Apontamentos de tecnologia de carnes.** São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 2000. 216 p.

VIEIRA, V.B. **Obtenção do extrato de própolis assistida por micro-ondas, aplicação em linguiça toscana e avaliação da sua capacidade antioxidante.** 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em

Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, 2012.

VITOR, D.M. **Enzimas oxidativas na expressão da injúria por frio em manjerição (*Ocimum basilicum* L.) CV. Genovese em vaso na simulação do transporte.** 2014. 98 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2014.

WEBER, G.M.; ANTIPATIS, C. Qualidade da carne suína e dieta de vitamina E; In: TALAMINI, D.J.D. et al. **Anais da 2ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade da Carne Suína.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. 2002. 438 p.

YANISHLIEVA, N.V.; MARINOVA, E.; POKORNY, J. Natural antioxidants from herbs and spices. **Eur. J. Lipid. Sci. Technol.** v. 108, p. 776-793. 2006.

ZAGO, G.R. **Estabilidade oxidativa de linguiça tipo Toscana com extrato liofilizado de casca de romã (*Punica granatum* L.).** 120 f. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil, 2018.