

**UNIVERSIDADE ESTADUAL NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO**

**NATÁLIA DE OLIVEIRA CABRAL**

**AVALIAÇÃO DO EXTRATO DE PIMENTA CHAPÉU-DE-FRADE (*Capsicum  
baccatum* var. *pendulum*) EM LINGUIÇA FRESCAL SUÍNA**

Campos dos Goytacazes  
2018

NATÁLIA DE OLIVEIRA CABRAL

**AVALIAÇÃO DO EXTRATO DE PIMENTA CHAPÉU-DE-FRADE (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) EM LINGUIÇA FRESCAL SUÍNA**

Tese de Doutorado apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora em Ciência Animal.

ORIENTADOR: FÁBIO DA COSTA HENRY

Campos dos Goytacazes  
2018

NATÁLIA DE OLIVEIRA CABRAL

**AVALIAÇÃO DO EXTRATO DE PIMENTA CHAPÉU-DE-FRADE (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) EM LINGUIÇA FRESCAL SUÍNA**

Tese de Doutorado apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora em Ciência Animal.

ORIENTADOR: FÁBIO DA COSTA HENRY

Aprovada em: 21 de Fevereiro de 2018.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Fábio da Costa Henry (orientador/UENF)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aparecida de Fátima Madella de Oliveira (IFES)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Célia Raquel Quirino (UENF)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Daniela Barros de Oliveira Ribeiro (UENF)

## AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, quero agradecer a Deus, por ter abençoado todos os dias da minha vida, por iluminar meu caminho e me dar forças para seguir sempre em frente. Por ter colocado pessoas tão especiais a meu lado, sem as quais certamente não teria dado conta!

Aos meus amados pais, José Antônio e Leonícia, que muitas vezes se doaram e renunciaram aos seus sonhos, para que eu pudesse realizar os meus. Quero dizer que essa conquista não é só minha, mas nossa. Tudo que consegui só foi possível graças ao amor, apoio e dedicação que vocês sempre tiveram por mim. Sempre me ensinaram agir com respeito, simplicidade, dignidade, honestidade e amor ao próximo. E graças à união de todos, os obstáculos foram ultrapassados, vitórias foram conquistadas e alegrias divididas.

A minha irmã Samira, pela amizade, carinho e companheirismo de sempre; por estar sempre ao meu lado e torcendo pelas minhas conquistas. E meu cunhado, Erbson, Pelo apoio e incentivo incondicional.

A minha amada sobrinha Isadora, pelo amor incondicional e por cada lágrima que rolou em meu rosto ao ouvir: “titia, você vai e você volta!”, como era difícil ir... Obrigada por fazer cada volta mais alegre e por cada momento em que voltei a ser criança em meio às brincadeiras. Meu agradecimento especial, pois, a seu modo, sempre se orgulha da tia, e que, agora, me inspira a querer ser mais que fui até hoje!

A minha tia, Aparecida (*in memoriam*), pela torcida e toda “propaganda” positiva a meu respeito. Sei que continua vibrando comigo, onde esteja, por mais essa conquista.

A minha grande amiga Elizabeth (Bebeth), por todos os momentos que passamos juntas, sempre a meu lado, me pondo para cima e me fazendo acreditar que posso mais que imagino. Sempre contei com seu apoio, incentivo e amizade. Com muito trabalho, competência e ética foi conquistando todos os seus objetivos. Fico muito feliz em ver que alguns dos seus sonhos já se tornaram realidade e quero ter a oportunidade de estar ao seu lado, nas próximas conquistas que certamente virão. Toda minha gratidão!

A professora Rita, tenho muito orgulho de citá-la como uma das responsáveis pela minha formação profissional. Uma amiga, me ensinando

desde a graduação, que fez parte de todas as minhas conquistas em um convívio sempre prazeroso e enriquecedor. Agradeço pela confiança, pela amizade, conselhos, paciência e por cada hora que dedicou a me ouvir, quem pude contar sempre. Você é um exemplo de simplicidade, compreensão e competência. Meu muito obrigada!

Agradeço ao professor Fábio da Costa Henry, a oportunidade de tê-lo como orientador, pelo aprendizado e confiança em mim depositada.

As professoras Daniela Barros e Célia Quirino, pela grande colaboração neste trabalho, pela ajuda sempre que foi necessária e pela preocupação e amizade ao longo desses anos.

Ao colega de laboratório Alexandre, pelo apoio, disposição, paciência e boa vontade na elaboração, produção e análise das amostras;

Meu sincero agradecimento ao Jonhny, mais que um colega de doutorado. Agradeço por sua disponibilidade e generosidade na ajuda direta da construção desta Tese. O resultado deste processo é que acabamos construindo uma fraternal amizade.

Aos amigos, Rafael, Flavio, Karla, pelos momentos divididos juntos. Especialmente à Marize, Laila, Dudu e Lucas, que tornaram meus dias mais leves e o trabalho menos árduo. Obrigada por dividir comigo as angústias e alegrias e ouvirem minhas bobagens. Foi bom poder contar com vocês!

Manifesto aqui minha gratidão a todos os Professores da UENF, que mesmo com os problemas financeiros e a falta de apoio do Estado, nunca deixaram de lado o ensino e a pesquisa.

À Jovana e Conceição, pela presteza, educação e compreensão, muito obrigada!

E finalmente, gostaria de agradecer à Universidade Estadual do Norte Fluminense – Darcy Ribeiro, por abrir as portas para que eu pudesse realizar este sonho, proporcionando-me mais que a busca de conhecimento técnico e científico, mas uma LIÇÃO DE VIDA.

**Meu muito obrigada!**

## RESUMO

Cabral, Natália de Oliveira; DSc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Fevereiro, 2018; **Avaliação do extrato de pimenta chapéu-de-frade (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) em linguiça frescal suína**; Orientador: Prof. Fábio da Costa Henry.

Devido a crescente preocupação em adquirir alimentos saudáveis e ao interesse em consumir produtos alimentícios sem aditivos sintéticos, objetivou-se com essa pesquisa avaliar a substituição do antioxidante sintético por antioxidante natural da pimenta chapéu-de-frade (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) em linguiça frescal suína. Foram preparadas cinco formulações diferenciadas pela ausência (F1) e presença de três diferentes doses do extrato de pimenta 0,5 (F1); 1 (F2) e 1,5% (F3) de antioxidante natural da pimenta, além do tratamento controle (formulação com o antioxidante industrial). Foram avaliados os parâmetros físicos, químicos e sensoriais da linguiças. As formulações se enquadraram nos padrões de identidade e qualidade para linguiça frescal. Não foram encontradas diferenças ( $p > 0,05$ ) dos resultados de pH e atividade de água durante o período estudado (70 dias). A cor instrumental não sofreu influência da utilização do antioxidante natural, assim como os parâmetros de textura. Para os valores de TBARs não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos. As análises microbiológicas mantiveram-se dentro dos padrões estabelecidos pela RDC 12/2001. A análise sensorial das amostras de linguiças com diferentes tratamentos, foi realizada por meio do teste de aceitação utilizando-se uma escala de 9 pontos. Os resultados mostraram que para os atributos cor, aroma, textura e impressão global o tratamento F3, com adição de 1,0% do extrato de pimenta como substituto do antioxidante, apresentou maior aceitação pelos consumidores, não apresentando diferença significativa para o atributo sabor. Conclui-se que a substituição do antioxidante sintético pelo antioxidante natural em linguiça frescal suína demonstrou resultados semelhantes indicando que pode ser utilizado sem prejuízo da qualidade sensorial e tecnológica, o que demonstra a viabilidade do produto.

Palavra-chave: antioxidante, rancificação, peróxidos, TBARs, embutidos, *Sus Scrofa domesticus*.

## ABSTRACT

Cabral, Natália de Oliveira; D. Sc.; State University of the North Fluminense Darcy Ribeiro; March, 2017; **Evaluation of the friar-hat pepper (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) in fresh swine sausage**; Adviser: Fábio da Costa Henry.

Due to the growing concern about acquiring healthy foods and the interest in consuming food products without synthetic additives, the aim of this research was to evaluate the substitution of synthetic antioxidant by natural antioxidant of the friar-hat pepper (*Capsicum baccatum* var. *Pendulum*) in fresh swine sausage. Five different formulations were prepared by the absence (F1) and presence of three different doses of pepper extract 0.5 (F1); 1 (F2) and 1.5% (F3) of natural pepper antioxidant, besides the control treatment (formulation with the industrial antioxidant). The formulations conformed to the standards of identity and quality for fresh sausage. No differences ( $p > 0.05$ ) were found for pH and water activity during the study period (70 days). The physical, chemical and sensorial parameters of the sausages were evaluated. The instrumental color was not influenced by the use of the natural antioxidant, as well as the texture parameters. For the values of TBARs no significant differences between treatments were found. Microbiological analyzes remained within the standards established by RDC 12/2001. The sensorial analysis of the sausage samples with different treatments was performed by means of the acceptance test using a 9-point scale. The results showed that, for the attributes of color, aroma, texture and overall impression, the F3 treatment, with 1.0% of the pepper extract added as a substitute for the antioxidant, presented greater acceptance by the consumers, presenting no significant difference for the flavor attribute. It is concluded that the substitution of the synthetic antioxidant by the natural antioxidant in fresh pork sausage showed similar results indicating that it can be used without prejudice to the sensorial and technological quality, which demonstrates the viability of the product.

Key words: antioxidant, rancification, peroxides, TBARs, sausage, *Sus Scrofa domestica*.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1. OBJETIVO GERAL .....	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
3.1. HISTÓRIA DO TRABALHO E DA ESCOLHA DA PIMENTA CHAPÉU-DE-FRADE .....	13
3.2. PIMENTA <i>CAPSICUM</i> .....	13
3.3. CARNE SUÍNA .....	16
3.4. LINGUIÇAS .....	18
3.5. LIPÍDIOS.....	21
3.6. OXIDAÇÃO LIPÍDICA.....	21
3.7. ANTIOXIDANTES.....	23
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
4.1. PREPARO DOS EXTRATOS.....	27
4.2. ELABORAÇÃO DO PRODUTO E PREPARO DAS AMOSTRAS.....	28
4.3. ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA.....	30
4.3.1. Atividade de água .....	30
4.3.2. Determinação do pH.....	30
4.3.3. Perda por Cocção.....	30
4.3.4. Oxidação lipídica .....	31
4.4. ANÁLISES INSTRUMENTAIS .....	32
4.4.1. Cor .....	32
4.4.2. Textura .....	32
4.5. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA .....	32
4.5.1. Determinação de Clostrídios sulfito redutores.....	33
4.5.2. Determinação de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	33
4.5.3. Determinação do número de coliformes totais .....	33
4.5.4. Determinação de <i>Salmonella</i> .....	34
4.6. ANÁLISE SENSORIAL .....	34
4.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	36
<b>5. CAPÍTULOS .....</b>	<b>37</b>
<b>5.1. CAPÍTULO 1 - O ARTIGO A SEGUIR, FOI SUBMETIDOS PARA JOURNAL OF FOOD PROCESSING AND PRESERVATION, ESTANDO SOB AVALIAÇÃO. ....</b>	<b>37</b>
<b>USE OF NATURAL ANTIOXIDANT FROM FRIAR-HAT PEPPER (<i>CAPSICUM BACCATUM</i> VAR. <i>PENDULUM</i>) IN FRESH SWINE SAUSAGE .....</b>	<b>37</b>
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>38</b>

2. MATERIAL AND METHODS .....	39
3. RESULTS AND DISCUSSION.....	41
4. CONCLUSION .....	50
5. REFERENCES .....	50
5.2. CAPITULO 2 .....	55
OXIDAÇÃO LIPÍDICA E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE LINGUIÇA FRESCAL SUÍNA COM ADIÇÃO DE ANTIOXIDANTE NATURAL - EXTRATO DE PIMENTA CHAPÉU DE FRADE ( <i>CAPSICUM BACCATUM VAR.</i> <i>PENDULUM</i> ).....	
	55
1. INTRODUÇÃO .....	56
2. MATERIAL E METODOS .....	57
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	61
4. CONCLUSÃO.....	72
5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	72
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	77
ANEXO .....	84

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a produção brasileira de carne suína tem crescido de forma significativa alcançando uma produção em cerca de 3,7 milhões de toneladas/ano, ocupando a quarta posição entre os maiores produtores e exportadores mundiais de carne suína (ABPA, 2017).

Para os próximos anos espera-se um crescimento ainda mais satisfatório, devido ao potencial do mercado e os investimentos em modernização da produção que mantém a trajetória de crescimento, apesar da suinocultura ter enfrentado altos e baixos com a economia nacional.

O consumo de carne suína, no Brasil, ainda é baixo quando comparadas as demais fontes de proteína animal, principalmente bovina e frango que tem um consumo significativo, cerca de 42 kg/habitante/ano. No entanto, na última década houve um aumento expressivo no consumo da carne suína. A média de crescimento de 2006 a 2010 foi em torno de 8% e de 2010 para 2011, de 11,42%, mantendo-se constante até 2014, apresentando um consumo per capita aproximado de 15,1 kg, no entanto ainda sofrendo influências da crise econômica, houve uma queda no consumo de carne suína para 14,4 kg/habitante/ano (ABIPECS, 2017). Contudo, a maior aceitabilidade do brasileiro pela carne suína, permite aumento na produção de suínos (GERVÁSIO, 2013).

Mundialmente, ocorreu acelerada alteração na forma de consumo de carne, com aumento na demanda por produtos processados, principalmente nos grandes centros urbanos, justificado, talvez, pelas mudanças dos hábitos alimentares do consumidor, que tem buscado por qualidade, melhor palatabilidade, maior maciez e menores teores de gordura (NERES et al., 2001).

A substituição do produto *in natura* por outros mais elaborados, como é o caso dos embutidos (LOPES et al., 2007), proporcionam aos consumidores maior satisfação pela praticidade de preparo e consumo (ROSA et al., 2008).

Outro fator que altera a demanda dos consumidores é por conseguir ofertar os mais variados tipos de produtos derivados, proporcionando proteína de alta qualidade.

O processamento da carne permite agregar maiores valores aos cortes não aproveitados para o consumo *in natura*, e conseqüentemente geração de maiores alternativas para a sua comercialização. Contudo, o desenvolvimento do setor de carne processada tem ocorrido de forma lenta, uma vez que produtos cárneos são altamente perecíveis e necessitam de cuidados especiais.

Dentre os produtos cárneos embutidos destaca-se a linguiça do tipo frescal, devido à grande aceitação pelo mercado consumidor (OLIVEIRA et al., 2005).

Segundo a legislação brasileira, entende-se por linguiça “o produto cárneo industrializado obtido de carnes de animais de açougue, adicionado ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial e submetido ao processo tecnológico adequado” (BRASIL, 2000).

A carne *in natura* e derivados cárneos apresentam problemas quanto à oxidação lipídica no processamento e na conservação, devido à presença de ácidos graxos poli-insaturados. Produtos ricos em lipídios são passíveis de sofrer reações oxidativas. A oxidação da carne resulta em mudança de sua coloração e alterações em outras características como maciez, sabor e exsudação, e também relacionada a doenças cardíacas e derrames cerebrais

Com o intuito de evitar a deterioração dos lipídios, são utilizadas substâncias sintéticas conhecidas como aditivos alimentares que apresentam propriedades antioxidantes, buscando evitar ou retardar as reações indesejáveis e aumentar assim a vida de prateleira do produto (shelf-life). No entanto, o consumidor tem se conscientizado cada vez mais sobre os riscos à saúde provocados pelos aditivos sintéticos, resultando em buscas por alternativas para aumentar a vida de prateleira do produto, segurança alimentar e prevenção dos danos da oxidação lipídica.

Como consequência, os antioxidantes naturais, provenientes de fontes vegetais, como frutos, folhas e outros condimentos surgem como alternativa ao uso dos antioxidantes sintéticos.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

- Avaliar a adição do extrato de pimenta chapéu-de-frade (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) como antioxidante na qualidade de linguiça frescal de carne suína.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito das diferentes doses do extrato de pimenta chapéu-de-frade como antioxidante sobre a microbiota, a composição físico-química e índice de peróxido da linguiça frescal de carne suína congelada.
- Avaliar a aceitabilidade sensorial, cor instrumental e influência da pimenta sobre as amostras de linguiça frescal de carne suína congelada.
- Avaliar a vida de prateleira da linguiça frescal de carne suína congelada adicionada de extrato etanólico de pimenta (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) com propriedades antioxidantes.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. História do trabalho e da escolha da pimenta chapéu-de-frade

Essa pesquisa de cunho inédito e multidisciplinar onde estão diretamente envolvidos os laboratórios de melhoramento genético vegetal, laboratório de tecnologia de alimentos e o laboratório de química de alimentos, na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. O objetivo foi avaliar e ampliar o conhecimento químico e biológico acerca dos frutos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, bem como suas atividades biológicas, o qual o enfoque principal está baseado na avaliação da atividade antioxidante, na inibição do crescimento microbiano e no potencial anti-inflamatório do extrato obtido a partir dos frutos da pimenta chapéu-de-frade, o que em tese pode justificar seu uso popular como alimento funcional.

O laboratório de melhoramento genético reproduziu no banco de germoplasma diversos acessos de pimenta capsicum e cedeu ao laboratório de química de alimentos onde foi originada uma dissertação de mestrado que avaliou os teores de algumas substâncias bioativas presentes em extratos de 2 acessos de pimentas em dois estádios de maturação (maduro e imaturo) e avaliou o potencial antimicrobiano de seus extratos, e foram encontradas melhores resultados de ação antioxidante o acesso de pimenta capsicum 1613, o qual foi testado, pelo laboratório de tecnologia de alimentos, o seu poder de ação antioxidante em linguiça frescal suína. A pesquisa com o uso desse acesso de pimenta em produtos de origem animal serviu como base para confecção desta tese de doutorado.

#### 3.2. Pimenta *Capsicum*

Pimentas são todas as variedades do gênero *Capsicum*, com grande variabilidade genética e frutos menores que os pimentões com tamanhos, formatos e colorações diferentes, frequentemente de paladar pungente, embora existam pimentas doces.

Em alguns países o consumo dessas especiarias tem aumentado consideravelmente. Segundo RATHORE e SHEKHAVAT (2008), o indiano consome 9,5 g de condimento por dia, VALENZUELA (2011) afirma aumento no consumo norte americano que passou de 6 kg em 2000 para 7,3 kg/pessoa em 2008, entre pimentas e pimentões, TIB (2005) constatou que o consumo apenas de pimenta hortícola nos EUA passou de 1,8 kg em 1985 para 2,8 kg/pessoa em 2004.

Dentre as mais de 200 variedades do gênero *Capsicum*, popularmente conhecidas como pimentas e pimentões, originário do continente Americano e pertencente a família *Solanaceae*, existem cerca de 25 espécies descritas e apenas cinco são domesticadas e cultivadas (*C. annuum* var. *annuum*, *C. baccatum* var. *pendulum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. pubescens*) (CARVALHO e BIANCHETTI, 2004).

No gênero *Capsicum*, a espécie mais cultivada é *C. annuum*, que inclui os pimentões, pimentas doces e ornamentais. As *C. baccatum*, representadas pelas pimentas dedo de moça e chapéu de frade, são os tipos mais comuns e cultivados dessa espécie no Brasil (CARVALHO, 2003).

Pimentas e pimentões comumente são divididos em dois grupos de acordo com o grau de pungência, pungentes (picantes) e não pungentes (doces). Essa característica se dá pela presença de capsaicinóides, principalmente a capsaicina, um alcaloide exclusivo do gênero *Capsicum*, que se acumula na superfície da placenta (parte interna do fruto), e é liberada quando o fruto sofre qualquer dano físico e pode ser medida em Unidade de Calor Scoville ("Scoville Heat Units-SHU"). O valor de SHU pode variar de zero entre pimentas doces a 300.000 quando muito picantes (CARVALHO e BIANCHETTI, 2004).

A cadeia produtiva da pimenta destaca-se na comercialização *in natura*, influenciado pelos hábitos alimentares regionais. No entanto, pimentas processadas e industrializadas apresentam grande potencial para exportação para fabricação de produtos alimentícios, farmacêuticos, cosméticos e ornamentais (RIBEIRO et al., 2008).

As pimentas var. *pendulum* apresentam pungência dos frutos menos intensa, há inclusive cultivares de pimenta que são doces (RIBEIRO, 2004), uma das espécies domesticadas no Brasil, apresenta flores isoladas, pequenas, hermafroditas e se apresentam em uma ou duas por nó. Os frutos são de

diferentes cores e formas (CARVALHO e BIANCHETTI, 2004). Geralmente, a coloração do fruto é vermelha, podendo variar entre amarelo e roxo, com formato diferente entre as espécies podendo ser alongado, arredondado, triangular, quadrado e campanulados.

Em pimentas, a pungência deve-se a presença de amidas chamadas capsaicionoides, esses segundo Rosa et al., (2002), são responsáveis pela atividade antioxidante que inibem a peroxidação de lipídios com desempenho semelhante ao tocoferol, justificando assim seu uso como antioxidantes naturais.

As pimentas apresentam diversos compostos em sua composição entre eles estão os capsaicinoides, responsáveis pela pungência ou picância, que são os mais estudados nas pimentas.

A capsaicina apresenta propriedades medicinais comprovadas, atua na cicatrização de feridas, antioxidação e dissolução de coágulos sanguíneos prevenindo a arteriosclerose; controla o colesterol, evita hemorragias e aumenta a resistência física. Além disso, influencia a liberação de endorfinas, causando sensação de bem estar e elevação de humor (ALVES, 2006). É importante ressaltar que a secagem e o cozimento dos frutos levam a perda da vitamina C, sendo 100% no primeiro caso e 60% quando cozidos (RIBEIRO et al., 2008).

Zimmer e colaboradores (2012), avaliaram teores de fenóis totais e a atividade antioxidante em frutos e sementes de *C. baccatum* e foi observado altos teores de flavonoides e compostos fenólicos.

Um dos compostos fenólicos mais investigados na literatura é pertencente a classe dos flavonoides. Os flavonoides constituem uma importante classe de polifenóis, presentes nos vegetais, sua biossíntese ocorre nas vias do metabolismo secundário dos vegetais. São substâncias que tem um ou mais núcleos aromáticos contendo substituintes hidroxilados ou seus derivados funcionais (Harborne, 1994).

Várias propriedades exibidas pelos flavonoides incluem a inibição da peroxidação lipídica, atividade anticancerígena e sua capacidade antioxidante (Agati et al. 2012).

### 3.3. Carne suína

A carne suína e seus derivados têm sido presença crescente nos lares de todo o mundo, devido ao seu sabor marcante e elevado valor nutritivo. Porém, mitos do passado, que atribuíam supostos prejuízos à saúde humana com o consumo deste tipo de carne, prejudicam e restringem o reconhecimento de poucos à sua qualidade e segurança alimentar, apesar do desenvolvimento tecnológico no sistema de produção e abate, e de estar a cada dia mais saborosa, saudável e segura.

A carne suína ainda precisa derrubar lendas e crendices e se posicionar como um alimento em constante evolução no Brasil e no Mundo. Apreciado nas mais diversas culturas em todo o mundo, o suíno é associado à ideia de prosperidade e fartura.

Em 2006, segundo BRIDI, o Brasil foi apontado como país com alta capacidade para liderar a produção mundial de suínos, por ser um dos maiores produtores de grãos, condição primária para sustentação da atividade suinícola. No entanto, o Brasil continua ocupando a quarta posição entre os maiores produtores mundiais, com uma produção média de 3.731 mil ton no ano de 2016 em 110.605 mil ton da produção mundial em equivalente carcaça (ABPA, 2017).

A carne suína é a fonte de proteína animal mais consumida mundialmente, sendo o consumo per capita brasileiro de 14,4kg (ABPA, 2017). Entretanto, a cadeia produtiva tem grande desafio na produção, devido ao mito existente e consolidado sobre a carne suína ser a vilã de muitos problemas, como doenças cardiovasculares e verminoses, dificultando o aumento no consumo interno. No entanto, foi proposta a meta de 26 kg/hab no ano de 2030 (ABCS, 2014), com o auxílio da tecnologia empregada nas linhas de produção, abate e comercialização, assim como na oferta de produtos industrializados ou processados.

As indústrias sentem a necessidade cada vez mais eminente de desenvolverem novos produtos ou de melhorarem produtos já existentes. Além disso, para garantir a sobrevivência das empresas se torna necessário o desenvolvimento de produtos mais saudáveis (BALDISSERA, 2007). No processo de desenvolvimento de produtos, as empresas recebem várias influências que, analisadas, dão início ao novo produto.

A indústria de alimentos é extremamente competitiva por ser muito sensível às demandas e percepções do consumidor. De todos os setores da área de alimentos, a indústria cárnea tem sido a mais duramente criticada pela publicidade na ocorrência de certas doenças (JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 1995).

Contudo, a oferta de produtos em formas não tradicionais não interferem nas características relacionadas à qualidade da carne ou dos subprodutos.

A atribuição da qualidade da carne também varia entre os diferentes mercados e maneiras de oferta, mas é percebida de forma distinta para cada segmento da cadeia produtiva e consumidora, sendo igualmente diferente dependendo do nível de formação e informação do consumidor.

Preservadas as diversas propriedades que identifica a qualidade da carne, o National Pork Producers Council (1998) estabeleceu alguns parâmetros mínimos para carne suína fresca, considerando que a maioria dos cortes suínos é submetida ao processamento industrial.

Para a indústria, a quantidade de carne magra na carcaça é uma característica extremamente importante e de alto valor econômico. Este parâmetro, principalmente, devido ao elevado e contínuo investimento no melhoramento genético e na nutrição, tem se modificado intensamente nos últimos anos, sendo significativos os resultados encontrados para redução da quantidade de gordura e aumento de deposição de carne magra na carcaça.

No entanto, o efeito adverso dessa redução de gordura na carcaça prejudica a gordura intramuscular (responsável pelo marmoreio da carne), atuando de forma indesejável ao sabor e suculência da carne. Segundo Vries et al (1994), para cada 1% de carne magra na carcaça há uma redução de 0,07% da gordura intramuscular.

A gordura intramuscular (GIM) é composta por lipídios presentes em adipócitos e miócitos no tecido muscular. Quimicamente esses lipídios são divididos em fosfolipídios, triglicerídeos, mono e di-glicerídeos, colesterol e éster de colesterol. Os fosfolipídios e os triglicerídeos são os maiores constituintes da GIM, à medida que aumenta a deposição de GIM, se eleva a proporção de triglicerídeos, o que torna a gordura mais saturada (National Pork Producers Council, 1998).

A GIM é um atributo importante na qualidade da carne, pois está diretamente relacionada a maciez, sabor e suculência, permitindo uma maior salivação e ingestão do alimento. Taxas entre 2,0 a 4,0% de GIM na carne suína são indicadas para garantir elevada qualidade sensorial. Assim como, cor, pH, flavor e outras características que estão diretamente envolvidas na avaliação da qualidade da carne (BRIDI, 2009).

É importante destacar que a carne suína apresenta excelentes características nutricionais e sua presença na dieta é muito importante por constituir fonte de proteína de alto valor biológico, ferro e vitaminas do complexo B (PARDI, 1995).

### 3.4. Linguiças

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA entende-se por embutidos, os produtos constituídos a base de carne picada e condimentada com forma geralmente simétrica.

O homem vem fabricando diferentes tipos de embutidos cárneos, na busca de conservar a carne e fornecer um produto à altura das expectativas do consumidor (MILANI et al., 2003).

O produto cárneo é denominado processado quando as propriedades da carne fresca são modificadas mediante o uso de uma ou mais técnicas como trituração, adição de condimentos, modificação da cor ou tratamento por calor. O objetivo do processamento da carne é conseguir aumentar a conservação e vida útil dos produtos, aumentar o aproveitamento de subprodutos oriundos do abate, criar novos sabores, além de melhorar a aparência e permitir melhor distribuição do produto cárneo agregando valor comercial a determinados cortes. A fabricação de embutidos propiciou o aumento da vida de prateleira, bem como diversificou a oferta de derivados (OLIVEIRA et al., 2005).

São embutidos sob pressão em recipiente ou envoltório de origem orgânica ou inorgânica, desde que aprovado pelo Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal - DIPOA (BRASIL, 1997). Os embutidos podem ser frescos, secos ou cozidos. Os frescos são aqueles onde o período de consumo varia de 1 a 6 dias.

Dentre os embutidos de amplo consumo no país, destaca-se a linguiça, produto cárneo industrializado, obtido de carnes de animais de açougue, adicionados ou não de tecidos adiposos, outros ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial e submetido ao processo tecnológico adequado (BRASIL, 2000)

Ainda, pode ter como ingredientes: água, proteína vegetal e/ou animal, açúcares, plasma, aditivos, aromas, especiarias e condimentos. Apresenta textura, cor, sabor e odor característicos (BRASIL, 2000), tem sua classificação variável de acordo com a composição da matéria-prima e a tecnologia empregada na fabricação, e é um dos produtos cárneos mais produzidos no Brasil, devido, provavelmente, à utilização de equipamentos de baixo custo e necessitando de tecnologia simples (MILANI et al., 2003).

Desde a antiguidade, a fabricação de diferentes tipos de linguiças ocorre na busca de conservar a carne e aumentar o aproveitamento de diversos cortes permitindo sua comercialização. A história já registrou o consumo de linguiças entre os babilônios e chineses já em 1500 a.C. (MATEUS, 1997).

De acordo com Terra (1998) foi a partir da idade média que grandes variedades de linguiças começaram a ser comercializadas, as quais eram fortemente influenciadas pelas regiões, sendo as de climas frios originaram as variedades frescas cruas ou defumadas, enquanto as de climas mais quentes levaram a enfatizar os embutidos desidratados, mais precisamente os diferentes tipos de salames.

Contudo, os embutidos receberam nomes de acordo com as regiões onde foram desenvolvidos; é o caso da linguiça calabrés (Calábria, Itália), linguiça toscano (Toscana, Itália) entre outras.

No Brasil, os embutidos cárneos estão em expansão e ocupam uma parcela considerável nos hábitos alimentares, sendo a linguiça o produto mais produzido e comercializado devido ao baixo custo para produção e facilmente encontrado em vários segmentos do mercado varejista (EMBRAPA, 2006).

De acordo com pesquisas realizadas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) a aquisição alimentar domiciliar per capita anual, avaliada em diferentes regiões do Brasil, no período de 2008-2009, demonstra que dentre os produtos cárneos: hambúrguer, linguiça, mortadela, presunto, salame e

salsicha, a linguiça é o produto de maior aquisição em todas as regiões do Brasil (IBGE, 2010).

A linguiça frescal é aquela que pode ou não sofrer o processo de cura ou defumação e sua estocagem é geralmente feita em câmaras frias. As prováveis fontes de contaminação para esses produtos compreendem as carnes, os envoltórios utilizados, os temperos ou condimentos, bem como a água utilizada nas operações de limpeza e manutenção, manipulação, máquinas e utensílios (OLIVEIRA et al., 1992).

A produção de embutidos apresenta-se como uma das soluções para atender a demanda por qualidade, visto que as linguiças são consideradas fontes de proteínas de alto valor biológico, quando produzida exclusivamente de carne suína, que se destacam em relação às demais fontes de proteína animal pela alta densidade de nutrientes.

A carne suína é classificada como excelente para uma dieta balanceada, levando em consideração a maneira de produção, pois quando produzida com qualidade apresenta um baixo nível de calorias e ácidos graxos saturados, bem como os níveis de colesterol equivalentes aos de outras carnes (FAVERO, 2001). No entanto, a gordura é um importante ingrediente no processamento cárneo, onde é responsável pelas características de flavor e textura.

Devido ao teor de gordura, à trituração das matérias-primas e à falta de processamento térmico, a linguiça frescal é um produto propenso à deterioração pela oxidação lipídica e contaminação microbiana. A oxidação lipídica contribui para o desenvolvimento de características indesejáveis do produto e o crescimento microbiano pode causar deterioração e transmissão de doenças via alimentos.

Portanto, retardar a oxidação lipídica e prevenir o crescimento bacteriano são fatores que podem ter uma contribuição significativa para obter um maior tempo de conservação do produto.

Contudo, a adição de gordura esta diretamente relacionada com a qualidade do produto, mas também considerada como ingrediente que deve ser evitado ou reduzido. Segundo Keeton (1991), as modernas tecnologias permitem a fabricação de embutidos com apenas 10% de gordura proporcionando boa aceitabilidade pelos consumidores.

### 3.5. Lipídios

Lipídios são macro nutrientes existentes nos alimentos, constituídos por compostos quimicamente diferentes entre si. São classificados como triglicerídeos, fosfolipídios e esteroides. Os triglicerídeos compõem a maior parte dos lipídios e são formados pela união de três ácidos graxos e um álcool denominado glicerol (LELIS et al., 2005). Os ácidos graxos se dividem em dois grupos: os saturados e os insaturados. São saturados quando não apresentam duplas ligações e insaturados quando apresentam pelo menos uma dupla ligação, podendo ainda ser poli-insaturados quando apresentam duas ou mais duplas ligações (LENHINGER et al., 2011).

São insolúveis em solvente aquoso, o que lhes confere grande importância biológica, pois as células podem utilizar essa insolubilidade para dividir o meio intra e extracelular. Além disso, devido sua característica hidrofóbica, os lipídios podem ser armazenados de forma praticamente anidra e representar uma importante fonte de reserva energética, armazenam todo o excesso de nutrientes, ingerido sob a forma de proteínas, carboidratos ou dos próprios lipídios. Portanto são constituintes importantes da dieta, possuem elevados valores energéticos e são fontes de ácidos graxos essenciais (OLIVEIRA, 2009).

Sua insolubilidade na água deve-se a sua estrutura molecular, caracterizada por longas cadeias carbônicas. Quanto mais longa for a cadeia do ácido graxo e menor o número de duplas ligações, menor será a solubilidade em água (GONZALES & SILVA, 2006).

Os lipídios passam por um processo de oxidação, que ocorre durante o armazenamento, processamento ou aquecimento, é um processo básico causador de rancidez nos produtos alimentícios, promovendo deterioração oxidativa (HUDSON, 1990), reduzindo a qualidade dos mesmos (GEORGANTELIS et al., 2007).

### 3.6. Oxidação Lipídica

A oxidação lipídica ou rancificação oxidativa ocorre por reações do tipo oxirredução que promovem alterações estruturais dos ácidos graxos poli-insaturados (PUFA). As transformações geradas pela oxidação resultam em produtos

residuais, tais como aldeídos, cetonas, ácidos, álcoois, hidrocarbonetos e entre estas as substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs) e produtos voláteis (ESTÉVES et al., 2007).

Segundo Almeida (2005) as alterações bioquímicas que acompanham a conversão do músculo em carne oferecem condições favoráveis para que ocorra a oxidação na fração mais insaturada de fosfolípidios nas membranas, em que o balanço entre os fatores pró-oxidativos e a capacidade antioxidativa não está controlado, favorecendo então a oxidação lipídica.

Os produtos da oxidação são indesejáveis não somente pela produção de odores como resultado da decomposição dos lípidios e produção de compostos voláteis, mas também, pela destruição dos constituintes essenciais, ocasionando o decréscimo do valor nutricional dos alimentos e a formação de compostos tóxicos durante o processamento (KAHL e HILDEBRANDT, 1986).

Segundo Araújo (2008), os radicais livres são substâncias que apresentam um par de elétrons desemparelhado e possuem alta instabilidade. Eles são formados por ação direta de fontes de energia externa, como luz, calor e radiação.

Uma reação frequentemente observada em alimentos quando há presença de radicais livres do meio é a peroxidação oxidativa, que consiste nas reações químicas envolvendo ácidos graxos insaturados e o grupo de oxigênio reativo. Desta forma, a reação de oxidação com formação de produtos como os radicais livres ocorre em três etapas ou fases que são distinguíveis pelos produtos formados e pelas características de cada uma das fases. Neste contexto, a oxidação lipídica pode ser considerada um processo auto catalítico, onde os produtos das reações iniciais propagam-se em cadeia, envolvendo três estágios: iniciação, propagação e terminação (COULTATE, 2002).

Na primeira fase, inicial ou de indução, não há cheiro ou gosto de ranço, formando-se os primeiros radicais livres; na segunda fase ou de propagação, já apresenta cheiro e odor que tendem a aumentar rapidamente, além de um aumento da concentração de peróxidos e de seus produtos de decomposição; na terceira fase ou terminação, ocorrem cheiro e sabores fortes, alteração da cor e da viscosidade do lípidio, bem como da sua decomposição.

A rancificação oxidativa pode provocar alterações em outros componentes do alimento pela ação oxidante dos peróxidos sobre as vitaminas, carotenoides,

proteínas e outros componentes oxidáveis do alimento, alterando o seu valor nutricional (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

Alguns fatores afetam o processo de oxidação, entre eles, fatores ambientais (umidade, temperatura, luz e oxigênio), presença de metais (cobre, ferro e manganês), enzimas e pigmentos (PINO, 2005). Segundo Torres (2003) as principais causas do desenvolvimento da rancidez são hidrólise e oxidação lipídica.

A rancidez provoca a liberação de ácidos graxos, sendo geralmente as lipases (microbiana ou da própria carne) que iniciam o processo de rancificação das gorduras. No caso das linguiças, o início da reação de rancidez oxidativa é catalisado pela ação do oxigênio sobre os ácidos graxos insaturados presentes na gordura suína.

Segundo Khal e Hildebrandt (1986), a autooxidação é iniciada pela formação de radicais livres, os quais rompem ligações de hidrogênio de um radical metil. Além disso, a oxidação lipídica faz com que ocorra a degradação de vitaminas solúveis em gordura e de ácidos graxos essenciais, além de interferir na integridade e segurança dos alimentos através da formação de compostos potencialmente tóxicos, tais como malonaldeído (MDA) (SILVA et al., 1999).

Algumas estratégias são utilizadas para impedir a oxidação lipídica, dentre elas, pode-se citar a utilização de embalagens a vácuo restringindo o acesso ao oxigênio durante o armazenamento, inativação de enzimas, proteção contra luz e íons metálicos e o uso de antioxidantes (TANG et al., 2001).

A adição de antioxidantes constitui uma prática mais comum para aumentar a estabilidade dos lipídios. São adicionados a produtos frescos e em carnes processadas para prevenir o ranço oxidativo e retardar o desenvolvimento de *off-flavor*, além de melhorar a estabilidade da cor (NAM; AHN, 2003). Portanto, a prevenção destas reações minimizam os efeitos adversos da rancificação e aumentam a vida de prateleira (shelf-life) dos alimentos (KRING e BERGER, 2001).

### 3.7. Antioxidantes

Antioxidante é definido segundo o *Codex Alimentarius* como aditivo alimentar que prolonga a vida de prateleira de alimentos promovendo maior

proteção contra deterioração causada pela oxidação. Quimicamente, os antioxidantes são compostos aromáticos, podendo ser naturais ou sintéticos.

Dentre os antioxidantes existentes poucos são os que podem ser utilizados em produtos para consumo humano, entre eles estão os antioxidantes naturais, que são oriundos principalmente de fontes vegetais terpenos (LAGUERRE et al., 2007), e os sintéticos que apresentam estrutura fenólica, os mais utilizados em alimentos são hidroxitolueno butilado (BHT), hidroxianisol butilado (BHA), e alguns ácidos cítricos (figura 1) (MULTON, 1999).

A portaria nº 1004, 11 de dezembro de 1988 da ANVISA (BRASIL, 1998) estabelece que para produtos cárneos, é permitida a adição de 0,01%, no máximo, para antioxidantes sintéticos em relação ao teor de gordura do alimento.

Quando o mecanismo de ação do antioxidante for através de reação com o radical livre, será formado um novo radical mais estável. De acordo com Damodaram et al., (2010) os mecanismos antioxidantes que são utilizados no controle da oxidação podem atuar sequestrando os radicais livres e reagindo mais rapidamente quando comparados aos ácidos graxos insaturados.

É sabido que mesmo que não seja possível a inibição completa da rancificação oxidativa, pode-se retardar esta reação por longos períodos, através da ação de meios físicos e químicos.

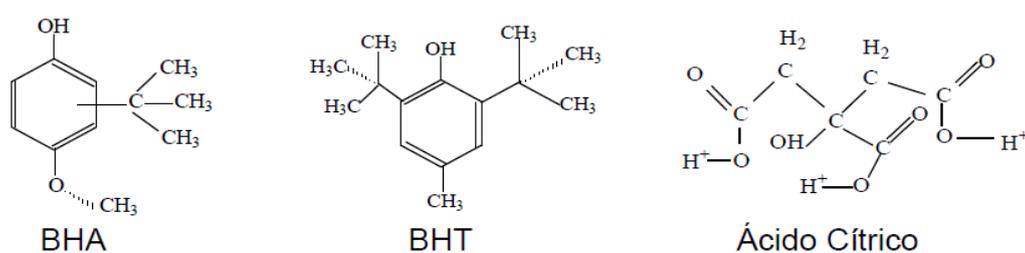


Figura 1 – Estrutura dos antioxidantes sintéticos (ASSIS, 2014)

Como propriedades cancerígenas foram encontradas na utilização de alguns antioxidantes sintéticos, o emprego destes compostos tem sido alvo de questionamentos, motivando a busca de antioxidantes naturais que possam atuar isolados, ou sinergicamente, com outros aditivos, em substituição aos sintéticos (SOARES, 2002).

Os consumidores estão preocupados com a segurança alimentar em relação ao uso dos aditivos sintéticos, e por isso as indústrias estão sendo cada

vez mais pressionadas para evitar a utilização desse tipo de aditivo (GEORGANTELIS et al., 2007). Esses fatos trazem a necessidade de pesquisas sobre o uso de aditivos naturais ou métodos alternativos, a fim de estender a vida útil e/ou melhorar a segurança alimentar, além de conferir assim, uma saudável imagem para os produtos (BOTSOGLOU ET AL., 2002).

Nos alimentos, os antioxidantes naturais podem se originar de um ou mais compostos do próprio alimento (via endógena), de substâncias formadas de reações durante o processamento ou como aditivos isolados de fontes naturais (PRATT, 1992). Os antioxidantes podem ser classificados em enzimáticos e não enzimáticos. Dentre os não enzimáticos, muitos são obtidos de fontes dietéticas, incluindo vitaminas e minerais. (figura 2).

De acordo com Birch et al (2001), matérias-primas *in natura* como frutas, vegetais e condimentos em geral, contém fitoquímicos, compostos fenólicos, compostos nitrogenados, carotenoides, ácido ascórbico e tocoferóis, que apresentam capacidade antioxidante e estão diretamente associados a baixa incidência de câncer em seres humanos.

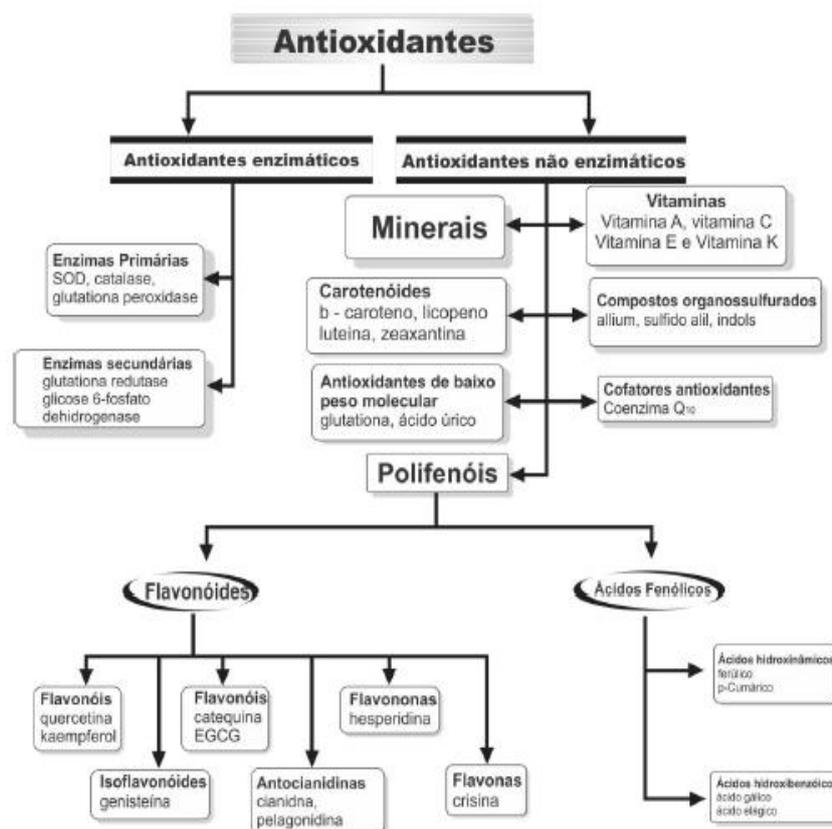


Figura 2. Classificação dos antioxidantes segundo RATNAM et al. (2006)

Ainda é possível afirmar, segundo evidências científicas descritas por Porkony (1991), que propriedade antioxidante das especiarias e de outros vegetais se deve a seus compostos fenólicos. Entre estes estão os flavonoides que apresentam diferentes funções na planta, dentre elas, ação antioxidante e proteção contra fungos, vírus e bactérias (LEJA et al, 2007). Na figura 3, pode-se observar a estrutura básica desses principais compostos antioxidantes.

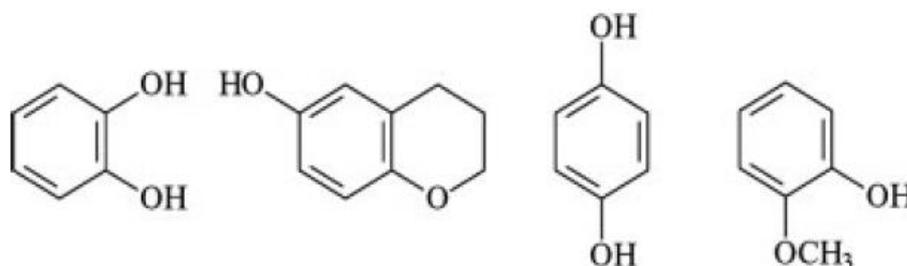


Figura 3. Estrutura química básica dos antioxidantes (POKORNY, 2007)

O uso de conservantes naturais para aumentar a vida útil dos produtos cárneos é considerado como alternativa promissora, visto que muitas substâncias vegetais possuem propriedades antioxidantes.

Pimentas também são importantes fontes de nutrientes na dieta humana, e uma excelente fonte de vitamina A e C, bem como de compostos fenólicos. A concentração dessas substâncias podem variar de acordo com a maturação e são diretamente influenciados pelas condições de crescimento e perdas após processamento (GUIL-GUERRERO, 2006).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais de elaboração das amostras foram realizados no Laboratório de Processamento de Carnes, as análises físico-químicas no Laboratório de Química Aplicada e a análise microbiológica no Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) *Campus* de Alegre, localizado no Município de Alegre/ES, as análises sensoriais, perda por cozimento, análises instrumentais de cor e textura, e a oxidação lipídica foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF).

### 4.1. PREPARO DOS EXTRATOS

As sementes do acesso dos genótipos UENF-1613 (figura 4) foram obtidos do banco de germoplasma da Universidade Estadual do Norte Fluminense. Foram feitas adubação e os demais tratos culturais segundo Filgueira (2008). Os frutos foram colhidos 160 dias após a semeadura.

O método de extração utilizado foi adaptado da metodologia de Zimmer et al (2012). Os frutos foram cortados para retirar as sementes, e a seguir lavados com água corrente. Em seguida, pesados e levados à estufa de circulação de ar a 40°C e retirados da mesma quando atingiram uma massa constante. O solvente utilizado na preparação do extrato foi o etanol. Os frutos após a secagem, foram triturados e submetidos a extração em Soxhlet com etanol 70% (Fruto:Solvente - 1:10 p/v) por 4 horas.

Os extratos foram evaporados por rota evaporadora 79°C em seguida foram obtidos extrato antioxidante da pimenta chapéu de frade.



Figura 4: Frutos de pimenta da espécie *Capsicum baccatum var pendulum*.

#### 4.2. ELABORAÇÃO DO PRODUTO E PREPARO DAS AMOSTRAS

A matéria-prima (carne suína) foi proveniente de animais híbridos, criados em confinamento no setor de suinocultura do Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes, localizado no município de Alegre, Espírito Santo. Os animais foram abatidos no frigorífico Cofril, localizado no município de Atílio Vivacqua, ES, obtendo-se a matéria-prima inspecionada e certificada quanto às condições higiênico-sanitárias pelo Serviço de Inspeção Estadual (SIE/IDAF).

A matéria prima foi estocada em câmaras frigoríficas a  $-18^{\circ}\text{C}$  até o início do processo de fabricação das linguiças. Antes do preparo das amostras, a matéria-prima foi descongelada lentamente sob refrigeração em temperatura controlada de  $2^{\circ}\text{C}$  a  $4^{\circ}\text{C}$  e desossadas para posterior preparo. A carne e a gordura suína, após o descongelamento lento, foram cortadas em pedaços pequenos e, posteriormente, moídas e pesadas, separadamente.

Após o processo de mistura da carne, gordura, condimentos e aditivos, o antioxidante natural foi adicionado por último, para distribuição mais uniforme, nas proporções descritas na Tabela 1.

O antioxidante natural da pimenta chapéu de frade foi preparado no *Setor de Química* de Alimentos do Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UENF, após o período e plantio e colheita do fruto. Os demais aditivos utilizados foram adquiridos em estabelecimentos comerciais especializados em aditivos químicos para fabricação dos embutidos cárneos.

Após a realização da nova mistura manual, iniciou-se o processo de embutimento em embutidora manual, utilizando tripa natural de suíno com calibre de 36 mm, adquirida na própria instituição. Em seguida, as amostras foram embaladas à vácuo e identificadas. Por último, estocadas em câmara frigorífica a -18° C, até o momento das análises.

A elaboração das linguiças ocorreram no Laboratório de Tecnologia de Carnes do Departamento de Ciência dos Alimentos do Ifes. Foram elaboradas cinco formulações de linguiça frescal de carne suína, diferenciando entre si pela ausência e presença do antioxidante (sintético e três diferentes concentrações do extrato de pimenta - *Capsicum baccatum var. pendulum* (Tabela 1).

Controle → antioxidante sintético eritorbato de sódio;

F1 → ausência antioxidante (sintético ou natural);

F2 → 0,5% de antioxidante natural da pimenta;

F3 → 1,0% de antioxidante natural da pimenta;

F4 → 1,5% de antioxidante natural da pimenta.

**Tabela 1.** Representação das formulações de linguiça frescal de carne suína (%)

<b>Matéria-prima</b>	<b>Controle</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>
Carne	71,66	71,66	71,66	71,66	71,66
Toucinho	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Sal (NaCl) <sup>1</sup>	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Açúcar <sup>2</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Água	6,21	6,23	5,73	5,23	4,73
Antioxidante Natural	0,00	0,00	0,500	1,000	1,50
Nitrito de Sódio <sup>3</sup>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Eritorbato de Sódio <sup>4</sup>	0,03	0,000	0,000	0,000	0,000

<sup>1</sup> Sal de cozinha Cisne<sup>®</sup>, <sup>2</sup> Açúcar mascavo União<sup>®</sup>, <sup>3</sup> Sal de Cura Kura K007 - Doremus<sup>®</sup>

<sup>4</sup> Antioxidante - Griffith<sup>®</sup>

As amostras foram preparadas segundo a recomendação do Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI.

### 4.3. ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA

As análises físico-químicas realizadas foram: umidade (secagem direta em estufa a 105°C), cinzas (resíduo por incineração em mufla a 550°C), proteínas (Método de Kjeldahl clássico) e lipídios (extração direta em Soxhlet) foram realizadas em triplicata, de acordo com Brasil (1981) e Cecchi (1999).

#### 4.3.1. Atividade de água

A atividade de água ( $A_w$ ) foi determinada por meio de leitura direta à temperatura de aproximadamente de 25°C, por meio do equipamento Aqualab (modelo Series TE, Ecagon Devices Inc, Pullman, WA). As amostras foram trituradas, homogeneizadas e posteriormente procedida à leitura, em triplicata, nos dias 5 e 55 de armazenamento.

#### 4.3.2. Determinação do pH

O pH foi determinado de maneira eletrométrica utilizando-se um pHmetro Schott Handylab, onde foram separadas amostras contendo 10g, adicionada 100ml de água destilada sendo este conteúdo agitado por 30 minutos, permanecendo então, em repouso por 10 minutos. A análise foi realizada em triplicata, nos dias 5, 25, 50 e 65 de armazenamento.

#### 4.3.3. Perda por Cocção

As amostras de linguiça de cada formulação foram pesadas, antes e depois do cozimento, e as diferenças nos pesos foram registradas, nos dias 5 e 55 de armazenamento. As linguiças foram envoltas em papel alumínio e levadas ao forno elétrico modelo General Electric Deluxe Grill, utilizando-se a grade superior, sendo pré-aquecido por 10 minutos a temperatura de 260°C. O cozimento ocorreu em temperatura de 160°C por 30 minutos, até a temperatura interna da linguiça atingir 75°C, mantendo-a nessa temperatura por mais 10 minutos. A aferição da temperatura interna da linguiça foi realizada por termômetro tipo ponteira com alarme Incoterm®.

As linguiças foram retiradas do forno e o excesso de umidade da superfície foi removido com auxílio de papel toalha. O cálculo da perda pelo cozimento foi realizado por meio da equação 1 recomendada por Tobin et al. (2012):

#### **Equação 1.** Cálculo da perda pelo cozimento

**Perda pelo cozimento (%)** = [(massa antes cozimento – massa após cozimento) / massa antes do cozimento] X 100

#### 4.3.4. Oxidação lipídica

A oxidação lipídica foi realizada a partir da quantificação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), segundo metodologia descrita por Vyncke (1970) e modificada por Sorensen e Jorgensen (1996).

As amostras de linguiça frescal suína foram homogeneizadas e pesou-se 5 g de amostra, que foi alocada em um tubo de ensaio de vidro 30 x 200 mm, sem borda e de fundo arredondado. Foi adicionado 30 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5% e 1 mL do antioxidante sintético butilhidroxitolueno (BHT) 0,15%. O material foi homogeneizado em Ultra-Turrax durante 60 segundos. Posteriormente o material foi filtrado, utilizando-se papel filtro qualitativo (12,5mm) para um balão volumétrico de 50 mL, sendo o volume completado com a solução de TCA 5%. À partir do balão, foi retirada uma alíquota de 5 mL e transferiu-a para um tubo de ensaio, onde adicionou-se 5 mL de ácido tiobarbitúrico 0,08M. Os tubos foram incubados em banho-maria fervente por 40 minutos, para a formação do complexo colorido. Após este período, os tubos foram colocados em água corrente para atingirem temperatura ambiente, e a solução foi medida em espectrofotômetro Kasuaki (modelo UV-5100), no comprimento de onda de 532 nm. Os resultados foram subtraídos dos valores encontrados para o branco.

Utilizou-se a curva padrão de TEP (1,1,3,3-tetraetoxipropano) para encontrar os valores de TBARS, no qual a concentração e a absorbância foram plotados no eixo x e y, respectivamente, determinando assim a equação da reta de uma regressão linear, a partir da qual se obteve a concentração da amostra. Os valores foram expressos em mg de MDA/kg da amostra.

As análises foram realizadas em duplicata nos tempos 0, 15, 30, 45, e 60 dias de armazenamento.

No entanto, para análise de TBARs foram testadas as linguiças em duas formas frescal e defumada, para meio de comparação da oxidação lipídica pela forma do processamento das linguiças.

#### 4.4. ANÁLISES INSTRUMENTAIS

##### 4.4.1. Cor

A análise instrumental de cor das amostras foi realizada com auxílio de Espectrofotômetro Portátil Modelo MiniScan EZ-HunterLab, utilizando iluminante D65, ângulo de observação de 10°, pelo sistema CIELab (1978). Os resultados foram expressos por meio das coordenadas angulares  $L^*$  = luminosidade (0 = preto e 100 = branco),  $a^*$  (- 80 até zero = verde, do zero ao + 100 = vermelho) e  $b^*$  (- 100 até zero = azul, do zero ao + 70 = amarelo). As amostras foram fatiadas com espessura de 25 mm e realizadas nos dias 5, 25, 50 e 65 de armazenamento.

##### 4.4.2. Textura

As mensurações foram realizadas através da análise de perfil de textura (TPA) onde as amostras foram analisadas em um analisador de textura TAXT2. As amostras de linguiça frescal de cada formulação foram fatiadas, após cozimento, com espessura de 25 mm e submetidas ao teste de compressão usando carga de 25 Kg. As amostras foram comprimidas a 40% de sua altura com uma sonda cilíndrica de 50 mm de diâmetro e com velocidade de pré-teste de 2,0 mm/s, velocidade do teste de 1,5 mm/s e velocidade de retorno de 2,0 mm/s. Os parâmetros de perfil de textura determinados foram: dureza, coesividade, mastigabilidade, conforme descrito por Tobin *et al.* (2012), e gomosidade. Todas as análises foram realizadas em triplicata nos dias 5 e 55 de armazenamento

#### 4.5. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

A análise microbiológica das amostras foi realizada de acordo com Silva, 2010 e os resultados comparados com os padrões recomendados pela RDC12

(BRASIL, 2001), para Coliformes à 45° C (Método do número mais provável), *Staphylococcus coagulase* positivo (Teste de presença ou ausência) e *Salmonella* (Teste de presença ou ausência), conforme Tabela 5.

**Tabela 5.** Padrões microbiológicos para linguiça frescal

Microrganismo	Tolerância
Coliformes a 45°C/g	$< 10^3$
<i>Staphylococcus coagulase</i> positiva/g	$3 \times 10^3$
<i>Salmonella sp</i> /25g	Ausente
C. sulfito redutor a 46°C/g	$5 \times 10^2$

**Fonte:** ANVISA - RDC 12/2001

#### 4.5.1. Determinação de Clostrídios sulfito redutores

Para esta análise foi utilizada a técnica de semeadura em profundidade (inóculo de 1,0 ml) empregando-se o ágar sulfito polimixina sulfadiazina. Após a solidificação da mistura, foi acrescentada uma sobre camada de ágar. A incubação foi realizada a 44°C durante 48 horas, em anaerobiose (sistema Gaspak) (ICMSF, 1978).

#### 4.5.2. Determinação de *Staphylococcus aureus*

Foi pipetado 1,0 ml das diluições e distribuídos em placas de Petri devidamente identificadas, e adicionado, com homogeneização, a cada placa 15,0 ml de ágar manitol e sal. Após solidificação, foi incubado a 35°C por 48 horas e o cálculo foi feito, de acordo com as diluições, as unidades formadoras de colônias, assim como, foram realizados os testes bioquímicos pertinentes (ICMSF, 1978).

#### 4.5.3. Determinação do número de coliformes totais

Foi utilizada a técnica dos tubos múltiplos (série de três tubos) empregando-se o caldo lauril sulfato triptose com incubação a 35°C durante 48

horas. Os testes confirmatórios foram realizados de acordo com a literatura (ICMSF, 1978).

Foi utilizada a técnica dos tubos múltiplos (série de três tubos) empregando-se o caldo EC e incubação a 44,5°C durante 24 horas. A determinação do número mais provável de coliformes totais e fecais será realizada empregando-se a tabela de Hoskins (ICMSF, 1978; SHARF, 1972).

#### 4.5.4. Determinação de *Salmonella*

O pré-enriquecimento em caldo não seletivo tem por finalidade recuperar as células injuriadas. A água peptonada tamponada (APT) é o meio utilizado como caldo de pré-enriquecimento não seletivo (ABNT, 1991).

O enriquecimento em caldo seletivo tem por objetivo inibir a multiplicação da microbiota acompanhante e favorecer o crescimento de *Salmonella*. Os seguintes meios foram utilizados: Caldo Tetracionato (TT-VETEC) e Caldo Selenito-Cistina (SC-MERCK).

A etapa de plaqueamento diferencial tem por finalidade promover o desenvolvimento preferencial de colônias de *Salmonella*, com características típicas que as diferenciem dos competidores, para posterior confirmação bioquímica. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) recomenda o uso dos seguintes meios: Agar Bismuto Sulfito (BS-MERCK), Agar Entérico de Hecktoen (HE-MERCK) e Agar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD-MERCK).

Inicialmente, as colônias foram submetidas aos testes de descarboxilação da Lisina, fermentação da lactose e/ou sacarose e produção de H<sub>2</sub>S, para a confirmação preliminar no Agar Lisina Ferro (LIA-MERCK) e Agar Tríplice Açúcar Ferro (TSI-MERCK).

#### 4.6. ANÁLISE SENSORIAL

A avaliação sensorial foi realizada por 51 julgadores não treinados que foram recrutados entre alunos e funcionários da Universidade Estadual do Norte fluminense (UENF), Campus Campos dos Goytacazes/RJ, onde, 53% eram mulheres e 47% eram homens, com idade variando de 18 a 45 anos. O preparo das amostras foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UENF,

onde foram cortadas transversalmente com espessura aproximada de 1 cm, extraídos a partir da parte central do produto, e colocadas para assar em forno elétrico à temperatura de 180° C por 10 minutos. Após, foram apresentados, em pares, em recipientes codificados e entregues de maneira aleatória aos julgadores em conjunto com água à temperatura ambiente e ficha de avaliação de nove pontos:

- 9 – Gostei extremamente,
- 8 – Gostei muito,
- 7 – Gostei moderadamente,
- 6 – Gostei ligeiramente,
- 5 – Indiferente,
- 4 – Desgostei ligeiramente,
- 3 – Desgostei moderadamente,
- 2 – Desgostei muito,
- 1 – Desgostei extremamente.

para os atributos cor, aroma, sabor e textura, e de cinco pontos:

- 5 - Definitivamente compraria,
- 4 - Provavelmente compraria,
- 3 - Talvez compraria/talvez não compraria,
- 2 - Provavelmente não compraria,
- 1 - Definitivamente não compraria).

E para o atributo intenção de compra, nos quais os julgadores atribuíam valores numéricos segundo suas preferências.

A análise sensorial foi realizada, após avaliação microbiológica, estando as amostras dentro dos padrões preconizados pela RDC 12/2001 (BRASIL, 2001) e aprovação do comitê de ética em saúde parecer 2.066.829 (anexo).

#### 4.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados das análises físico-químicas e oxidação lipídica foram comparados utilizando o delineamento casualizado (DIC) em parcelas subdivididas, com diferentes concentrações de antioxidante na parcela e tempo na subparcela, com cinco tratamentos (Controle, F1, F2, F3 e F4) e três repetições para cada formulação. Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparados utilizando o teste Student-Newman-Keuls ao nível de 5% de probabilidade (SAS 2009, versão 9.3).

Os dados obtidos, na análise sensorial, foram submetidos à análise estatística, por meio de Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAS (2009) versão 9.3.

## 5. CAPÍTULOS

**5.1. Capítulo 1** - O artigo a seguir, foi submetidos para Journal of Food Processing and Preservation, estando sob avaliação.

### **USE OF NATURAL ANTIOXIDANT FROM FRIAR-HAT PEPPER (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) IN FRESH SWINE SAUSAGE**

**Abstract:** This research aims to evaluate the substitution of synthetic antioxidants by a natural antioxidant from fruits of friar-hat pepper (*Capsicum baccatum* var. *Pendulum*) in fresh swine sausage. Five formulations (Control, F1, F2, F3 and F4) were assayed, based on absence or presence of three distinct doses of pepper extract (0.5, 1.0 and 1.5% natural pepper antioxidant), and compared with the industrial antioxidant sodium erythorbate. Formulations were in accordance with the identity and quality standards for fresh sausage. There were no significant differences in pH and water activity during study period (70 days). Instrumental color, as well as texture parameters, was not influenced by use of the natural antioxidant. It is concluded that addition of fruit antioxidant in fresh swine sausage can be used without impairing nutritional and technological qualities, which demonstrates the viability of the product when compared to the chemical synthetic antioxidant.

**Keywords:** Chemical composition; water activity; pH; instrumental color; instrumental texture.

**RESUMO:** Objetivou-se com essa pesquisa avaliar a substituição do antioxidante sintético por antioxidante natural da pimenta chapéu de frade (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) em linguiça frescal suína. Foram preparadas cinco formulações (Controle, F1, F2, F3 e F4), diferenciando entre si pela ausência e presença de três diferentes doses do extrato de pimenta (0,5; 1 e 1,5% de antioxidante natural da pimenta) além do tratamento controle (formulação com o antioxidante industrial, eritorbato de sódio). As formulações foram

consideradas em conformidade com os padrões de identidade e qualidade para linguiça frescal. Não houve diferenças significativas dos resultados de pH e atividade de água durante o período estudado (60 dias). A cor instrumental não sofreu influência da utilização do antioxidante natural, assim como os parâmetros de textura. Conclui-se que a adição do antioxidante da pimenta chapéu de frade em linguiça frescal suína pode ser utilizado sem prejudicar a qualidade, o que demonstra a viabilidade do produto quando comparado com o antioxidante químico sintético.

**Palavras-chave:** Composição centesimal; atividade de água; pH; cor instrumental; textura instrumental.

## 1. INTRODUCTION

Maintenance of food quality, in special meat products, has been a constant issue in years due to their variable lifetime. Such concern is still alive since food security and food nutritional quality are some of the major concerns in food industry in order to attend food consumers, thus food industry has been aiming to develop efficient ways and techniques to increase the shelf life of meat products (Zhong & Shahidi, 2012).

Meat products may rapidly deteriorate due to growth of microorganisms. Microbes act commonly by lipid and protein oxidation (through direct action of oxygen) or by lipolytic enzymes (natural or from contaminant bacteria and fungi), contributing to food hydrolytic rancidification (Karakaya, Karagozlu, & Sahin, 2011).

Lipid oxidation in carcass starts right after slaughtering, which affects product quality by causing losses in color, taste and odor. This leads to a decrease in shelf life and losses in nutrients and water. Susceptibility to oxidation is due to high concentrations of unsaturated lipids, heme pigments, catalysts and several different types of pro-oxidant agents in muscle tissue (Contini, 2014).

In order to control, to arrest or even to avoid lipid oxidation, as well as to reduce rancidness and to increase either color stability and shelf life of meat products, industries use compounds with antioxidant properties, mainly synthetic.

However, synthetic commercial antioxidants may present mutagenic and carcinogenic effects (Mercadante, Capitani, Decker, & Castro, 2010). Thus, to

avoid problems caused by exacerbated consumption of synthetic additives, researches to find natural products with similar properties that enables substitution or association to synthetic antioxidants are being held, in order to reduce their content in foods (Birch, Fenner, Watkins, & Boyd, 2001; Selani et al., 2011).

This study aimed to evaluate physicochemical and instrumental characters of distinct swine fresh sausage formulations after substitution of synthetic antioxidant by the natural antioxidant from friar-hat pepper (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*).

## 2. MATERIAL AND METHODS

Experimental procedures were carried at the laboratories of Meat Processing and Applied Chemistry, Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), Alegre, Espírito Santo, Brazil.

Raw material (swine meat) was obtained from hybrid animals, raised in confinement in the Ifes pig farming sector, located in Alegre, Espírito Santo, Brazil. Animals were slaughtered, and raw material was inspected and certified on hygienic-sanitary conditions by the State Inspection Service (SIE/IDAF).

Raw material was kept in refrigerating chambers at -18°C until the start of sausage fabrication. Natural antioxidant from friar-hat pepper (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) was prepared after planting and fruit harvesting at the Food Chemistry sector of the Food Technology laboratory at Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brazil. Other used additives were acquired in stores specialized in chemical additives for meat sausages.

Four formulations of swine fresh sausage (control, F1, F2, F3 and F4) were produced as displayed in Table 1. Formulations were prepared by substitution of synthetic antioxidant by natural antioxidant, adopting the synthetic antioxidant sodium erythorbate as positive control, and absence of any antioxidant as negative control. Next, sausages were vacuum packed, labeled and stored at -18°C for later analysis.

Preliminary tests and investigation of relevant legislation to the identity standards of fresh sausages (Brazil, 2000) were carried out to define percentages of raw material and other additives in the distinct formulations (Table 1).

**Table 1.** Percentages of raw material and additives from formulations of swine fresh sausage with natural antioxidant from friar-hat pepper.

Raw material	Control	F1(%)	F2(%)	F3(%)	F4(%)
Meat	71.66	71.66	71.66	71.66	71.66
Bacon	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Salt (NaCl) <sup>1</sup>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Sugar <sup>2</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Water	6.21	6.23	5.73	5.23	4.73
Natural antioxidant	0.00	0.00	0.500	1.000	1.50
Sodium nitrite <sup>3</sup>	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Sodium erythorbate <sup>4</sup>	0.03	0.000	0.000	0.000	0.000

<sup>1</sup> Cisne<sup>®</sup> cooking salt, <sup>2</sup> União<sup>®</sup> brown sugar, <sup>3</sup> Kura K007 healing salt - Doremus<sup>®</sup>, <sup>4</sup> Antioxidant - Griffith<sup>®</sup>

### a. Physicochemical analysis

Samples from different formulations were grounded and homogenized. Moisture (direct drying in stove at 105° C), dry ash (residue after incineration in muffle at 550° C), proteins (classic Kjeldahl's method) and crude ethereal extract (direct extraction in Soxhlet) were determined according to the described by Cecchi (1999) and AOAC (2000):

### b. Instrumental analysis

Water activity was determined by direct reading at approximately 25 °C using an Aqualab equipment (Series TE, Ecagon Devices Inc, Pullman, WA).

After homogenizing 10 g of each sample in 100 mL distilled water during 5 min, pH was determined using the Schott Handylab pHmeter.

Color analysis of the distinct fresh sausage formulations was carried out using a colorimeter (MiniScan EZ-HunterLab), with an illuminant D65 and an observation angle of 10° (CIELab) (Ramos & Gomide, 2007). Results were exposed as angular coordinates L\* = lightness (0 = black and 100 = white), a\* (redness; from -80 to 0 = green, from 0 to +100 = red), b\* (yellowness; from -100 to 0 = blue, from 0 to +70 = yellow).

Texture Profile Analysis (TPA) was conducted using a BROOKFIELD Texture Analyser, connected to a computer equipped with the software TexturePro CT V1.4 Build 17®. Samples from each formulation were cut 25 mm wide and submitted to the compression test using a 10 kg load. Samples were compressed to 40 % of their height with a 50 mm-diameter cylindrical probe, and using pre-test,

test and return speeds of 2.0, 1.5 and 2.0 mm/s, respectively. Texture Profile parameters were: hardness (feature needed to compress the sample), cohesiveness (feature in which the sample can be deformed before rupture), chewiness (strength needed to chew before sample ingestion) and gomosity (energy needed to break a semisolid food ready for ingestion), as described by Tobin et al. (2012).

### c. Statistical analysis

Results of physicochemical analysis were compared through a completely randomized design in subdivided parcels, with a control and the antioxidant doses (0, 0.5, 1.0 and 1.5 %) distributed in parcels, and time (5, 15, 30, 45 and 60 days) in subparcels, five treatments and three replicates for each formulation. The results were submitted to the analysis of variance (ANOVA), and means were compared using the Student-Newman-Keuls test. All statistical analysis were performed using the SAS<sup>®</sup> software, version 9.3 (SAS Institute, 2009).

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

### a. Physicochemical Analysis

Results of physicochemical analysis concerning the centesimal composition (moisture, proteins, crude ethereal extract and dry ash) are exposed in Table 2.

**Table 2.** Mean values and standard deviations of physicochemical and yield parameters of different formulations of fresh swine sausage with the natural antioxidant from friar-hat pepper.

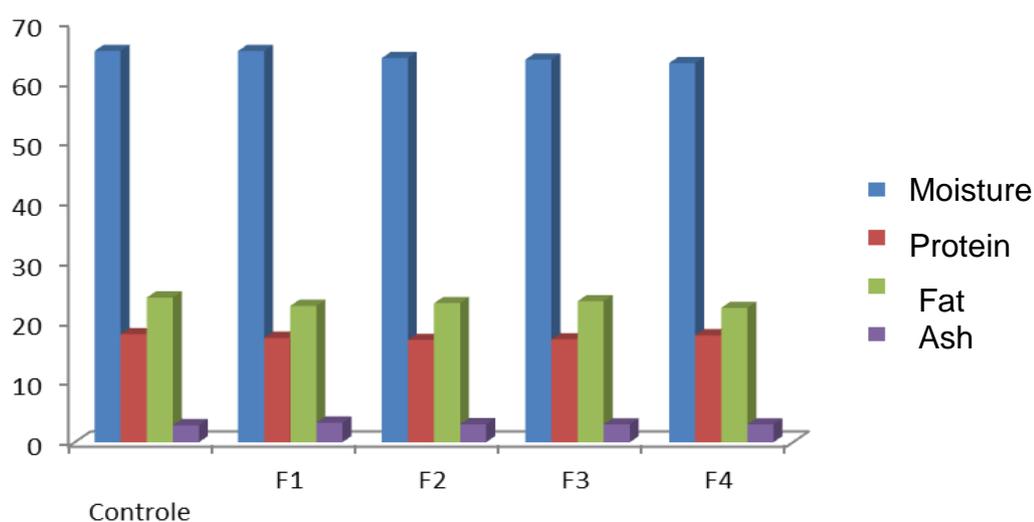
Composition	Treatments (%)					PIQ <sup>1</sup>
	Controle	F1	F2	F3	F4	
Moisture	65.28 <sup>a</sup>	65.2 <sup>a</sup>	64.08 <sup>a</sup>	63.82 <sup>a</sup>	63.24 <sup>a</sup>	≤ 70.00
Protein	18.01 <sup>a</sup>	17.4 <sup>a</sup>	17.05 <sup>a</sup>	17.15 <sup>a</sup>	14.82 <sup>a</sup>	≥ 12.00
Fat	24.13 <sup>a</sup>	22.7 <sup>a</sup>	23.19 <sup>a</sup>	23.53 <sup>a</sup>	22.40 <sup>a</sup>	≤ 30.00
Dry ash	2.82 <sup>b</sup>	3.25 <sup>a</sup>	2.99 <sup>ab</sup>	2.96 <sup>ab</sup>	2.94 <sup>ab</sup>	
Ratio						
Moisture/protein	3.62	3.74	3.76	3.72	4.27	≤ 5.83

Means in the same column followed by different lowercase letters are significantly different by the Student-Newman-Keuls test ( $p < 0.05$ ).

<sup>1</sup> PIQ: Quality Identity Standard.

Values ranged between 63.24-65.28% (moisture), 14.82-18.01% (proteins), 22.40-24.13% (lipids) and 2.82-3.25% (dry ash). Introduction of fat in distinct sausage formulations was carried out in a controlled manner, and no significant difference ( $p > 0.05$ ) was observed for moisture, protein and fat contents between the formulations. In general, moisture content decreased as higher percentages of friar-hat pepper natural antioxidant and lower water percentages were introduced in the formulations.

Sausage moisture content, which was evaluated one day after their processing, did not differ significantly between treatments ( $p > 0.05$ ). All sausages were produced accordingly to the regulations, and the centesimal composition in all treatments meet the standard (Table 1) that establishes maximum values of 70 % for moisture content and 30 % for lipids, and the minimum value of 12 % of proteins for fresh sausages. Thus, all products are according to the standards of identity and quality (Brazil, 2000).



**Figure 1:** Centesimal composition in different formulations of fresh swine sausage with natural antioxidant from friar-hat pepper.

Losses in moisture may occur during storing of meat products due to the reduced ionic strength of protein systems, which decreases binding capacity with water according storage time, releasing it (Claus, Hunt, Kastner, & Kropf, 1990; Wirth, 1988). Leite et al. (2015) reported that sausages with higher moisture contents presented lower fat content in their formulations. However, Teixeira (2000) observed an increase in moisture content of poultry sausages with varied water contents and soy-isolated protein in substitution to fat, with the increase in

storing period ( $p \leq 0.05$ ) being probably due to the hygroscopic properties of this protein ingredient.

Despite the absence of statistical difference in protein content between formulations ( $p > 0.05$ ), all samples exceeded the minimum protein value (12 %) required by Brazilian legislation (Brazil, 2000).

Lipid content did not differ statistically between formulations ( $p > 0.05$ ). This result was expected because lipid introduction was controlled and equal to all formulations. However, it is important to highlight that all formulations met the requirement set forth in Brazilian legislation, which is the maximum value of 30 % fat content in the formulation (Brazil, 2000).

Increase in the natural antioxidant content in the distinct formulations provided significant differences ( $p < 0.05$ ) in dry ash content. The highest content was observed in F1 (negative control), in which no antioxidant was added, and the lowest value was found in positive control treatment. Also, formulations F1, F2, F3 and F4 exhibited greater yield than the control.

In general, centesimal composition from different sausage formulations was close to values obtained by different authors that formulated distinct sausages (Huang, Tsai, & Chen, 2011; Dutra et al., 2013; Barretto, Pacheco, & Pollonio, 2015; Contado, Rocha, Queiroz, Abreu, & Ramos, 2015; Santos Júnior et al., 2017). Moreover, the treatments met standard legislation parameters.

### b. pH Values

The pH mean values during storage of fresh swine sausage are exposed in Table.

**Table 3.** Means and standard deviation of pH from distinct formulations of fresh swine sausage with natural antioxidant from friar-hat pepper, in relation to length of storage time.

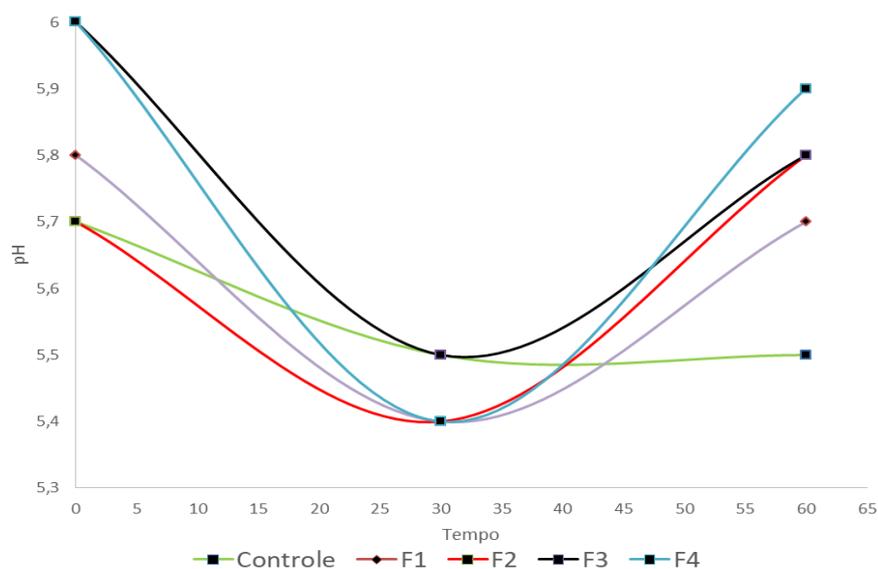
Time (days)	Treatment				
	Control	F1	F2	F3	F4
0	5.7 <sup>a</sup> ± 0.13	5.8 <sup>a</sup> ± 0.34	5.7 <sup>a</sup> ± 0.42	6.0 <sup>a</sup> ± 0.26	6.0 <sup>a</sup> ± 0.40
30	5.5 <sup>a</sup> ± 0.13	5.4 <sup>a</sup> ± 0.34	5.4 <sup>a</sup> ± 0.42	5.5 <sup>a</sup> ± 0.26	5.4 <sup>a</sup> ± 0.40
60	5.5 <sup>a</sup> ± 0.13	5.7 <sup>a</sup> ± 0.34	5.8 <sup>a</sup> ± 0.42	5.8 <sup>a</sup> ± 0.26	5.9 <sup>a</sup> ± 0.40

Means in the same column followed by different lowercase letters are significantly different by the SNK test ( $p < 0.05$ ).

The pH means ranged between 5.4-6.0 in the different treatments and times analyzed. Those results did not vary significantly ( $p > 0.05$ ) throughout the day, although a slight decrease 30 days after start of the storage may be noted.

Figure 2 shows pH mean curves after the distinct treatments during the storage period.

Although there were no significant differences between the treatments, pH values were very close, and little variation during storage time was observed. Even with little variation in values, the control treatment (addition of synthetic antioxidant) remained constantly between 5.5-5.7 (Figure 2). However, F4 treatment (1.5% addition of natural antioxidant) exhibited greater variation in pH values with initial pH of 6.0, and a drop to 5.4 after 30 days of storage. After 60 days, pH had increased to 5.9, which denotes greater variation between the evaluated times.



**Figure 2:** pH means after distinct treatments during storage period under refrigeration.

Normal pH values for meat products fluctuate between 5.4 and 6.2 (Mantovani, Corazza, Cardozo Filho, & Costa, 2011). Thus, our pH results, after treatments with addition of the extract of friar-hat pepper, are more satisfactory than the control with use of synthetic antioxidant, indicating there was no interference of the natural antioxidant in pH of sausages.

When comparing mean values of the treatments by total storage period (Table 4), an increase in pH was observed as concentration of natural antioxidant added to the sausage increased, although means did not differ significantly ( $p > 0.05$ ) between treatments.

**Table 4.** Means and standard deviation of pH from distinct formulations of fresh swine sausage with natural antioxidant from friar-hat pepper, after total storage period.

	pH
<b>Control</b>	5.60 <sup>a</sup> ± 0.13
<b>F1</b>	5.66 <sup>a</sup> ± 0.34
<b>F2</b>	5.68 <sup>a</sup> ± 0.42
<b>F3</b>	5.75 <sup>a</sup> ± 0.26
<b>F4</b>	5.76 <sup>a</sup> ± 0.40

Means in the same column followed by different lowercase letters are significantly different by the SNK test ( $p < 0.05$ ).

The pH values of sausages under study were within the normal range, indicating a good quality of the product. According to Almeida (2005), meat pH influences presence of microorganisms, helps to classify its state of conservation, besides influencing the color determination. Higher pH values may increase the probability of microbial proliferation (Milani, Fries, Paz, Belle, & Terra, 2003).

### c. Evaluation of Water Activity (Wa)

Means of aw during storage of swine fresh sausage are shown in Table 5.

**Table 5.** Means and standard deviation of water activity (wa) from distinct formulations of fresh swine sausage with natural antioxidant from friar-hat pepper, after total storage period.

	aw
<b>Control</b>	0,97 <sup>a</sup> ± 0,0007
<b>F1</b>	0,97 <sup>a</sup> ± 0,004
<b>F2</b>	0,96 <sup>a</sup> ± 0,003
<b>F3</b>	0,95 <sup>a</sup> ± 0,020
<b>F4</b>	0,95 <sup>a</sup> ± 0,0001

Means in the same column followed by different lowercase letters are significantly different by the SNK test ( $p < 0.05$ ).

Statistical analysis of water activity (aw) showed no significant difference ( $p > 0.05$ ) throughout the experimental period after the distinct treatments.

The absence of difference between the treatments during the experimental storage shows that the vacuum packaging maintained the characteristics of the assayed sausages preserved during storage, without loss of moisture from the product to the external environment, being the packaging an effective protection as it allows maintenance of product moisture content. Also, product high water activity reinforces fresh swine sausage is a highly perishable product.

#### d. Instrumental Color

Color is one of the most important characters of meat products. It directly influences the choice of buying or not the product. Lipid oxidation is directly associated with discoloration of meat products, which results in the formation of pro-oxidants capable of reacting with oxymyoglobin, leading to the formation of metamioglobin, which contributes to the development of unacceptable sensorial characteristics, such as altered coloring (Georgantelis, Blekas, Katikou, Ambrosiadis, & Fletouris, 2007).

L\* measures luminosity/product brightness, in which the higher its value, the lighter the product is. Values of a\* represent intensity of red color, whereas b\* denotes intensity of yellow color in the product. In both parameters, higher values indicate more intense colors (Olivo & Olivo, 2005).

The means of angular coordinates during storage of swine fresh sausage are shown in Table 6

**Table 6.** Means and standard deviation of color values from distinct formulations of fresh swine sausage with natural antioxidant from friar-hat pepper, after total storage period.

	L*	a*	b*
<b>Control</b>	56.45 <sup>a</sup> ± 4.66	9.93 <sup>a</sup> ± 1.75	13.26 <sup>a</sup> ± 2.38
<b>F1</b>	52.97 <sup>a</sup> ± 6.93	11.80 <sup>a</sup> ± 2.32	12.90 <sup>a</sup> ± 2.09
<b>F2</b>	51.91 <sup>a</sup> ± 7.98	11.33 <sup>a</sup> ± 2.52	12.86 <sup>a</sup> ± 2.34
<b>F3</b>	52.79 <sup>a</sup> ± 5.51	12.00 <sup>a</sup> ± 2.50	12.89 <sup>a</sup> ± 2.52
<b>F4</b>	50.98 <sup>a</sup> ± 5.65	11.76 <sup>a</sup> ± 2.72	12.88 <sup>a</sup> ± 2.19

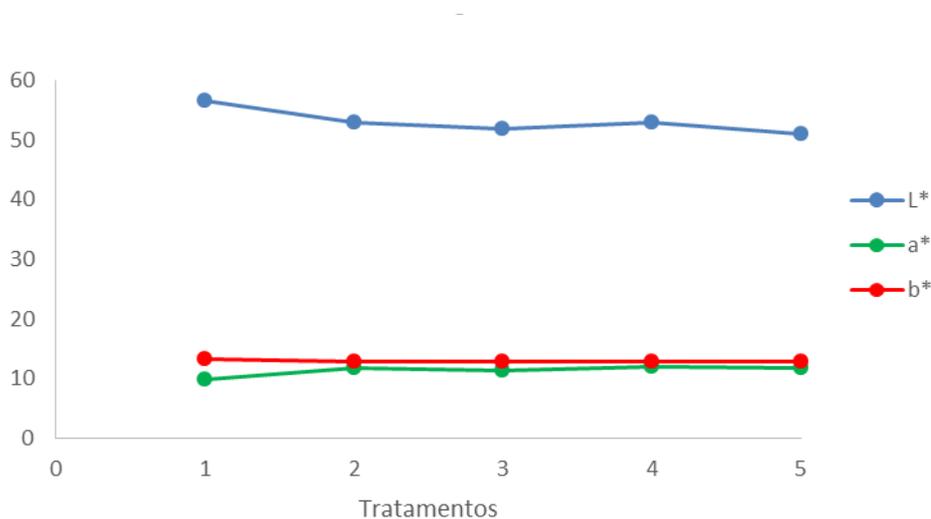
Means in the same column followed by different lowercase letters are significantly different by the SNK test (p <0.05).

There was no significant difference (p > 0.05) in L\* (lightness) between formulations. However, a decrease in values between the control (56.45) and F4 (50.98) was observed, indicating darker coloration as concentration of the natural

antioxidant increased, in relation to the treatment with the synthetic antioxidant (Figure 3). Our findings does not corroborate the result found by Ramos & Gomide (2007), which shows that  $L^*$  tends to increase and  $a^*$  tends to decrease over time.

That result indicates the natural antioxidant satisfactorily kept the integrity of cell plasma membranes. According to Cheah, Cheah, & Krausgrill (1995), the antioxidant acts to maintain the integrity of cell membranes, providing greater water retention. As water is stored in muscle cells, light is absorbed, and the reduction of light refraction causes fresh sausage to appear darker, indicating lower  $L^*$ .

Means of color parameters  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  during storage of fresh swine sausage are shown in Figure 3.



**Figure 3:** Means of color parameters ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) after the distinct treatments during storage of fresh swine sausage.

Even though there was no significant difference between treatments, the F4 formulation, in which the highest concentration (1.5%) of natural antioxidant from friar-hat pepper was added, exhibited better results than other treatments, indicating greater stability in relation to product lightness, since lower  $L^*$  values are related to minor product discoloration.

For consumers, red staining is an important visual feature, and  $a^*$  is a more sensitive parameter in red color characterization and its stability (Ramos & Gomide, 2007). Moreover, bright red color may be promoted after oxygenation of myoglobin and subsequent formation of oximioglobin due to the reduced (ferrous) state of the iron of myoglobin, which allows greater ease of reaction with oxygen.

In this study, no significant differences ( $p > 0.05$ ) were found for  $a^*$ . However, increasing values were found as concentration of the natural antioxidant (1%) in the F3 treatment increased. This trend indicates an increase in intensity of red color after the F3 treatment when compared to a lower  $a^*$  value in the control. This indicates color stability in treatments with different levels of natural antioxidant, as well as  $a^*$ -feature enhancement in F3.

Increase of  $a^*$  may be linked to methods of product conservation and packaging. Therefore, since fresh swine sausage was frozen and packed under vacuum, the product was not exposed to atmospheric oxygen, and the product was maintained at a under-freezing temperature, where reactions are slow. In addition, when the test conditions were exposed, myoglobin reacted with oxygen and oximioglobin was produced, which increased the intense red coloration. Yalinkiliç et al. (2012) observed that  $a^*$  remained constant in their samples what were the conditions of the experiment

According to Ramos & Gomide (2007), lightness tends to increase and the intense red color to decrease, which was not observed in the present study, in which we found a reduction of  $L^*$  values and increase of  $a^*$ .

Yellow hue color is evaluated by the parameter  $b^*$ . The closer  $b^*$  is to 0, the greater the neutrality of the values. According to Pereira (2009), greening in meat products is an undesirable characteristic, as an indicative that the product has undergone changes in its quality, either by oxidation or by microbial deterioration, which turns the product to be unattractive and inappropriate to consumption.

There were no significant differences ( $p > 0.05$ ) in  $b^*$  between treatments. According to the means found, addition of friar-hat pepper extract did not alter intensity of yellow color in the product, due to the conditions of packaging (vacuum) and storage (low temperature and light incidence), which help in maintaining color of the product.

#### **e. Instrumental Texture**

The means of texture parameters are shown in Table 7.

Hardness, cohesiveness, gomosity and chewiness did not differ statistically ( $p > 0.05$ ) among distinct sausage formulations, and such variables remained constant during the 70-day storage period after processing.

**Table 7.** Means and standard deviation of texture values (Hardness, Chewiness, Gomosity and Cohesiveness) from distinct formulations of fresh swine sausage with natural antioxidant from friar-hat pepper, after total storage period.

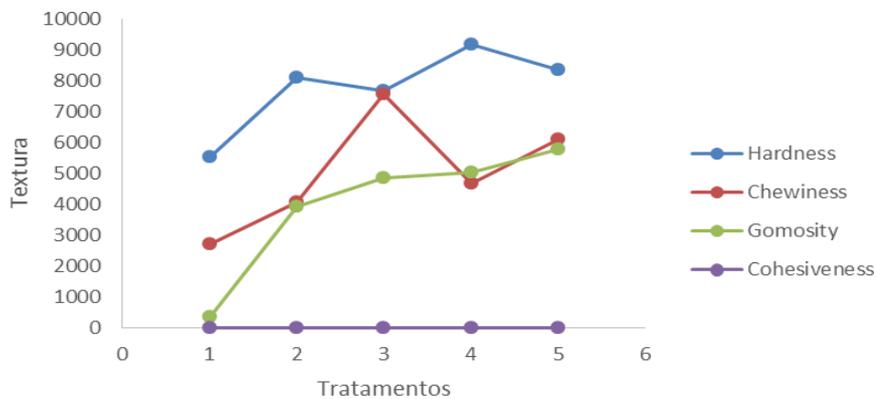
	Hardness	Chewiness	Gomosity	Cohesivene
<b>Control</b>	5542.30 <sup>a</sup> ± 664.96	2698.85 <sup>a</sup> ± 377.21	366.195 <sup>a</sup> ± 51.99	0.66 <sup>a</sup> ± 0.01
<b>F1</b>	8102.83 <sup>a</sup> ± 3072.98	4082.90 <sup>a</sup> ± 1830.87	3908.04 <sup>a</sup> ± 2853.04	0.62 <sup>a</sup> ± 0.01
<b>F2</b>	7673.76 <sup>a</sup> ± 3742.08	7565.71 <sup>a</sup> ± 3492.28	4847.25 <sup>a</sup> ± 3730.57	0.65 <sup>a</sup> ± 0.07
<b>F3</b>	9162.22 <sup>a</sup> ± 3193.63	4680.06 <sup>a</sup> ± 2128.00	5032.09 <sup>a</sup> ± 3654.92	0.66 <sup>a</sup> ± 0.05
<b>F4</b>	8335.38 <sup>a</sup> ± 4449.66	6106.46 <sup>a</sup> ± 2485.19	5772.72 <sup>a</sup> ± 4168.04	0.69 <sup>a</sup> ± 0.11

Means in the same column followed by different lowercase letters are significantly different by the SNK test ( $p < 0.05$ ).

It can be inferred addition of the natural antioxidant did not affect the maintenance of characteristics in distinct formulations.

According to Bourne (2002), texture analysis should reflect food mechanical characteristics when subjected to a defined force set by a texturometer.

In Figure 4, means of texture parameters (hardness, cohesiveness, gomosity and chewiness) during total storage period are shown.



**Figure 4:** Means of the texture parameters (hardness, cohesiveness, comosity and chewiness) after the different treatments in fresh swine sausages during the storage period.

However, it was observed control treatment (synthetic antioxidant, Treatment 1 in Figure 4) exhibited the lowest mean values of hardness, cohesiveness and gomosity.

Huffman et al. (1996) observed values of shear force equal or less than 4.1 kgf corresponding to 40.21 N, being correlated with high levels of meat acceptance by the consumer. According to Ramos (2007), the texture determines

acceptability and consumer satisfaction, which makes it a requirement for product quality, which makes the variable with attributes that contribute most to the quality of the product, because it ensures its tenderness.

In general, the results obtained regarding the instrumental texture of the different sausage formulations are close to the values obtained in the literature. In addition, the treatments fall within the standards.

#### **4. CONCLUSION**

Use of natural antioxidant from friar-hat pepper extract is a promising alternative in preparation of healthy meat products. It was possible to elaborate distinct formulations of sausages using pork and pepper extract as an antioxidant.

Results from this study exhibited good stability of physicochemical and instrumental characteristics of different fresh swine sausage formulations with replacement of synthetic antioxidant by the friar-hat pepper (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) natural antioxidant 60 days after processing.

Samples tested with distinct treatments showed appropriate characteristics, which shows this type of product can be considered adequate, since it had a similar effect to addition of synthetic antioxidant in fresh swine sausage, thus meeting the standards defined by the Brazilian legislation.

#### **5. REFERENCES**

Almeida, C. O. (2005). *Avaliação físico-química e microbiológica de lingüiça toscana porcionada e armazenada em diferentes embalagens, sob condições de estocagem similares às praticadas em supermercado* (Master's Dissertation). Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brazil.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. (2000) *Official methods of analysis of the AOAC International*. Virginia, VA: AOAC International.

Barretto, A.C.S, Pacheco, M.T.B., & Pollonio, M.A.R. (2015). Effect of the addition of wheat fiber and partial pork back fat on the chemical composition, texture

- and sensory property of low-fat bologna sausage containing inulin and oat fiber. *Food Science and Technology*, 35, 100-107.
- Birch, A., Fenner, G. P., Watkins, R., & Boyd, L.C. (2001). Antioxidant proprieties of evening primrose seed extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 4502-4507.
- Bourne, M. C. (2002). *Food texture and viscosity: concept and measurement*. London, England: Academic Press.
- Brazil. Ministério da Agricultura e Abastecimento. (2000). *Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha* (Normative Instruction n. 4). Brasília, Brazil: Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- Cechi, H. M. (1999). *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. Campinas, Brazil: Universidade Estadual de Campinas.
- Cheah, K.S., Cheah, A. M., & Krausgrill, D. I.. (1995). Effect of dietary supplementation of vitamin e on pig meat quality. *Meat Science*, 39, 255-264.
- Claus, J.R., Hunt, M. C., Kastner, C. L., & Kropf, D. H. (1990). Low fat, high added water bologna effects of massing, pre-blending, and time of addition of water and fat on physical and sensory characteristics. *Journal of Food Science*, 55, 338-345.
- Contado, E.W.N.F., Rocha, D.A., Queiroz, E.R., Abreu, C.M.P., & Ramos, E.M. (2015) Use of yacon flour and fructan extract in the formulation of luncheon meats. *Brazilian Journal of Food Technology*, 18, 49-56.
- Contini, E. (2014). Exportações na dinâmica do agronegócio brasileiro – oportunidades econômicas e responsabilidade mundial. In A. M. Buainain, E. Alves, J. M. Silveira, & Z. Navarro (Ed.), *O mundo rural no Brasil do*

*século XXI – a formação de um novo padrão agrário e agrícola*. Brasília, Brazil: Embrapa.

- Dutra, M.P., Palhares, P.C., Silva, J.R.O., Ezequiel, I.P., Ramos, A.L.S., Perez, J.R.O., & Ramos, E.M. (2013). Technological and quality characteristics of cooked ham-type pâté elaborated with sheep meat. *Small Ruminant Research*, 115, 56-61.
- Georgantelis, D., Blekas, G., Katikou, P., Ambrosiadis, I., & Fletouris, D. J. (2007). Effect of rosemary extract, chitosan and  $\alpha$ -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during storage of beef burgers. *Meat Science*, 75, 266-274.
- Huang, S.C., Tsai, Y.F., & Chen, C.M. (2011). Effects of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of chinese-style sausages. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24, 875 – 880.
- Karakaya, S., El, S. N., Karagozlu, N., & Sahin, S. (2011). Antioxidant and antimicrobial activities of essential oils obtained from oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) by using diferente extraction methods. *Journal of Medicinal Food*, 14, 645-652.
- Leite, A., Rodrigues, S., Pereira, E., Paulos, K., Oliveira, A.F., Lorenzo, J.M., & Teixeira, A. (2015). Physicochemical properties, fatty acid profile and sensory characteristics of sheep and goat meat sausages manufactured with different pork fat levels. *Meat Science*, 105, 114–120.
- Mantovani, D., Corazza, M.L., Cardozo Filho, L., & Costa, S.C. (2011). Avaliação higiênico-sanitária de linguiças tipo frescal após inspeção sanitária realizada por órgãos federal, estadual e municipal na região noroeste do Paraná. *Revista Saúde e Pesquisa*, 4, 357-362.
- Mercadante, A. Z., Capitani, C. D., Decker, E. A., & Castro, I. A. (2010). Effect of natural pigments on the oxidative stability of sausages stored under refrigeration. *Meat Science*, 84, 718-726.

- Milani, L. I. G., Fries, L. L. M., Paz, P. B., Belle, M., & Terra, N.N. (2003). Chicken sausages bioprotection. *Food Science and Technology*, 23, 161-166.
- Olivo, R. & Olivo, N. (2005). O mundo das carnes: ciência, tecnologia & mercado. Criciúma, Brazil: Varela.
- Pereira, M. G. (2009). *Aplicação de antioxidantes naturais em carne mecanicamente separada (CMS) de ave*. (Master's Dissertation). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brazil.
- Ramos, E. M., & Gomide, L. A. M. (2007). Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias. Viçosa, Brazil: UFV.
- Santos Júnior, A.C.S., Maia Júnior, J.A, Henry, F.C., Oliveira, D.B., Quirino, C.R., Martins, M.L.L, Moulin, M.M, & Cabral, N.O. (2017). Preparation and physico-chemical characterization of mutton mortadella supplemented with yacón meal. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18, 1-10.
- SAS Institute Inc. (2009). User's guide statistics. Cary, NC: SAS Institute.
- Selani, M. M., Contreras-Castillo, C. J., Shirahigue, L. D., Gallo, C. R., Plata-Oviedo, M., & Montes-Villanueva, N.D. (2011). Wine industry residues extracts as natural antioxidants in raw and cooked chicken meat during frozen storage. *Meat Science*, 88, 397-403.
- Teixeira, C.T. (2000). Avaliação microbiológica, físico-química e sensorial de salsicha de carne de ave com diferentes teores de água e proteína isolada de soja em substituição a gordura. (Master's Dissertation). Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brazil.
- Tobin, B.D., Osullivan, M.G., Hamill, R.M., & Kerry, J.P. (2012). Effect of varying salt and fat levels on the sensory and physiochemical quality of frankfurters. *Meat Science*, 92, 659-666.

- Wirth, F. (1988). Technologies for making fat-reduced meat products. *Fleischwirtschaft*, 68, 1153-1156.
- Yalinhiliç, B., Kaban, G., & Kaya, M. (2012). The effects of different levels of orange fiber and fat on microbiological, physical, chemical and sensorial properties of sucuk. *Food Microbiology*, 29, 255-259.
- Zhong, C., Cai, Q.F., Sun, L.C., Su, W.J., Cao, M.J. (2012). Purification and characterization of cathepsin L from the skeletal muscle of blue sacad (*Decapthus maruadsî*) and comparasion of its role with nyobril-bound serine proteinase in the degradation of myofibrilar proteins. *Food chemistry*, 133, 1560-1568.

## 5.2. Capítulo 2

### Oxidação lipídica e avaliação sensorial de linguiça frescal suína com adição de antioxidante natural - extrato de pimenta chapéu de frade (*Capsicum baccatum var. pendulum*)

**Resumo:** Neste estudo, objetivou-se avaliar a oxidação lipídica e os atributos sensoriais, como a aceitação da linguiça suína com substituição do antioxidante industrial por antioxidante natural da pimenta chapéu de frade (*capsicum baccatum var. pendulum*) em linguiça frescal suína. Foram preparadas cinco formulações (Controle, F1, F2, F3 e F4), diferenciando entre si pela ausência e presença de três diferentes doses do extrato de pimenta (0,5; 1 e 1,5% de antioxidante natural da pimenta) além do tratamento controle (formulação com o antioxidante industrial). As formulações foram consideradas em conformidade com os padrões de identidade e qualidade para linguiça frescal. Foram realizadas análises microbiológicas e com obtenção dos resultados e verificação de que todas estavam dentro dos padrões estabelecidos pela RDC 12/2001. Foi realizada análise sensorial das amostras de linguiças com diferentes tratamentos, por meio do teste de aceitação utilizando-se uma escala de 9 pontos. Os resultados mostraram que para os atributos cor, aroma, textura e impressão global o tratamento F3, com adição de 1,0% do extrato de pimenta como substituição ao antioxidante, apresentou maior aceitação pelos consumidores, não mostrando diferença significativa para o atributo sabor. O tratamento controle apresentou maior perda por cozimento ( $P < 0,05$ ) em relação aos demais tratamentos. O uso do antioxidante natural não apresentou diferença significativa durante o período de estudo para as variáveis analisadas, indicando que substituição do antioxidante sintético pelo antioxidante natural em linguiça frescal suína demonstrou resultados semelhantes podendo ser utilizado sem prejudicar as qualidades sensoriais e tecnológicas, o que demonstra a viabilidade do produto.

**Palavra-chave:** peróxidos, rancificação, embutido, suíno.

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the lipid oxidation and sensorial attributes, such as the acceptance of swine sausage with substitution of the industrial antioxidant by natural antioxidant of friar-hat pepper (*capsicum baccatum var. Pendulum*) in fresh swine sausage. Five formulations (Control, F1, F2, F3 and F4) were prepared, differentiating between them by the absence and presence of three different doses of pepper extract (0.5; 1 and 1.5% natural antioxidant of pepper) besides the control treatment (formulation with the industrial antioxidant). The formulations conformed to the standards of identity and quality for fresh sausage. Microbiological analyzes and results were obtained and verified that all were within the standards established by RDC 12/2001. Sensory analysis of the samples of sausages with different treatments was performed by means of the acceptance test using a 9-point scale. The results showed that, for the attributes of color, aroma, texture and overall impression, the F3 treatment, with 1.0% of the pepper extract added as a substitute for the antioxidant, presented greater acceptance by the consumers, presenting no significant difference for the

flavor attribute. The control treatment presented higher loss by cooking ( $P < 0.05$ ) in relation to the other treatments. The use of the natural antioxidant did not show a significant difference during the study period for the variables analyzed, it is indicated that the substitution of the synthetic antioxidant by the natural antioxidant in fresh swine sausage showed similar results indicating that it can be used without impairing the sensorial and technological qualities, which demonstrates the viability of the product.

Key words: peroxides, rancification, sausage, swine.

## 1. INTRODUÇÃO

A diminuição da qualidade dos produtos, geralmente, está ligada à deterioração dos compostos presentes, sendo a oxidação lipídica a principal razão dessa deterioração (GEORGANTELIS et al., 2007). Os fosfolipídios presentes e a quantidade de ácidos graxos polinsaturados juntamente com oxigênio, pigmentos heme e alguns íons metálicos influenciam de forma direta o processo de deterioração dos alimentos processados (DEVATKAL; NARSAIAH; BORAH, 2010).

A carne *in natura* e derivados cárneos apresentam problemas quanto à oxidação lipídica no processamento e na conservação, devido à presença de ácidos graxos polinsaturados. Produtos ricos em lipídios são passíveis de sofrer reações oxidativas. O processo afeta os atributos nutricionais e sensoriais dos produtos e o nível de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) sendo esse o principal parâmetro utilizado para detectar o grau de peroxidação lipídica (ALMEIDA et al., 2016). A oxidação da carne resulta em mudança de sua coloração e alterações em outras características como maciez, sabor e exsudação, e também relacionada a doenças cardíacas e derrames cerebrais.

Os antioxidantes atuam retardando a etapa de iniciação da autooxidação por diferentes mecanismos que incluem complexação de metais, sequestro de oxigênio, decomposição de hidroperóxidos para formar espécie não radical ou absorção da radiação ultravioleta (TEIXEIRA, 2011).

Com intuito de evitar a deterioração dos lipídios, vem sendo utilizado pelas indústrias substâncias sintéticas conhecidas como aditivos alimentares que apresentam propriedades antioxidantes, buscando evitar ou retardar as reações indesejáveis e aumentar assim a vida de prateleira do produto (shelf-life). No entanto, o consumidor tem se conscientizado cada vez mais sobre os riscos à

saúde provocados pelos aditivos sintéticos, resultando em buscas por alternativas para aumentar a vida de prateleira do produto, segurança alimentar e prevenção dos danos da oxidação lipídica.

Limites de uso para antioxidantes sintéticos são estabelecidos pela legislação brasileira, e apesar da eficiência na conservação dos alimentos, estudos demonstram o efeito tóxico para a saúde humana (LIMA et al., 2010).

Assim sendo, tem aumentado consideravelmente o interesse por antioxidantes naturais, evitando o uso dos sintéticos os quais têm sido restringidos devido ao seu potencial carcinogênico, bem como outros efeitos maléficos a saúde (FRANCO et al., 2012). Entretanto, deve ser limitada a quantidade de uso para não ocorrer alteração de maneira indesejada da característica sensorial do alimento (ROSA et al., 2013)

O objetivo deste estudo foi avaliar a adição de antioxidante natural à base de extrato de pimenta chapéu de frade (*capsicum baccatum var. pendulum*) na oxidação lipídica e nos atributos sensoriais da linguiça frescal suína em diferentes tempos de armazenamento.

## **2. MATERIAL E METODOS**

A análise microbiológica das amostras foi realizada no Laboratório de Microbiologia, do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Campus Alegre. A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial e análise da oxidação lipídica foi realizada no laboratório de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF).

Os procedimentos experimentais de processamento foram realizados no Laboratório de Processamento de Carne do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES- Campus de Alegre) município de Alegre, Espírito Santo, Brasil.

A matéria-prima (carne suína) foi proveniente de animais híbridos, criados em confinamento no setor de suinocultura do Instituto Federal do Espírito Santo - IFES, localizado no município de Alegre, Espírito Santo. Os animais foram abatidos obtendo sua matéria-prima inspecionada e certificada quanto às condições higiênico-sanitárias pelo Serviço de Inspeção Estadual (SIE/IDAF).

A matéria prima foi estocada em câmaras frigoríficas a -18°C até o início do processo de fabricação das linguiças. O antioxidante natural da pimenta chapéu

de frade foi preparado no Setor de Química de Alimentos do Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UENF, após o período e plantio e colheita do fruto. Os demais aditivos utilizados foram adquiridos em estabelecimentos comerciais especializados em aditivos químicos para fabricação dos embutidos cárneos.

Foram elaboradas cinco formulações de linguiça frescal suína, sendo denominadas Controle, F1, F2, F3 e F4. As formulações foram elaboradas promovendo a substituição do antioxidante sintético pelo antioxidante natural, obtendo um controle positivo com a utilização do antioxidante sintético (eritorbato de sódio) e controle negativo sem a presença de qualquer tipo de antioxidante. Em seguida as linguiças foram embaladas a vácuo, rotuladas e armazenadas a -18°C para posterior análise.

Foram realizados testes preliminares e averiguação da legislação pertinente aos padrões de identidade de linguiça frescal, para a definição dos percentuais de matéria-prima e demais aditivos nas distintas formulações (BRASIL, 2000). Os percentuais de matéria-prima e aditivos das diferentes formulações de linguiças estão apresentados na tabela 1.

**Tabela 1.** Percentual de matéria-prima e aditivos das formulações de linguiça frescal suína com utilização de antioxidante natural da pimenta chapéu de frade.

<b>Matéria-prima</b>	<b>Controle</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>
Carne	71,66	71,66	71,66	71,66	71,66
Toucinho	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Sal (NaCl) <sup>1</sup>	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Açúcar <sup>2</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Água	6,21	6,23	5,73	5,23	4,73
Antioxidante Natural	0,00	0,00	0,500	1,000	1,50
Nitrito de Sódio <sup>3</sup>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Eritorbato de Sódio <sup>4</sup>	0,03	0,000	0,000	0,000	0,000

<sup>1</sup> Sal de cozinha Cisne<sup>®</sup>, <sup>2</sup> Açúcar mascavo União<sup>®</sup>, <sup>3</sup> Sal de Cura Kura K007 - Doremus<sup>®</sup>  
Antioxidante - Griffith<sup>®</sup>

## 2.1. PERDA POR COCÇÃO

As amostras de linguiça de cada formulação foram pesadas, antes e depois do cozimento, e as diferenças nos pesos foram registradas. As linguiças foram envoltas em papel alumínio e levadas ao forno elétrico modelo General Eletric Deluxe Grill, utilizando-se a grade superior, sendo pré-aquecido por 10 minutos a

temperatura de 260°C. O cozimento ocorreu em temperatura de 160°C por 30 minutos, até a temperatura interna da linguiça atingir 75°C, mantendo-a nessa temperatura por mais 10 minutos. A aferição da temperatura interna da linguiça foi realizada por termômetro tipo ponteira com alarme Incoterm®.

O cálculo da perda pelo cozimento foi realizado por meio da equação 1 recomendada por Tobin et al. (2012):

#### **Equação 1.** Cálculo da perda pelo cozimento

**Perda pelo cozimento (%)** = [(massa antes cozimento – massa após cozimento) / massa antes do cozimento] X 100

## 2.2. OXIDAÇÃO LIPÍDICA

A oxidação lipídica foi realizada a partir da quantificação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), segundo metodologia descrita por Vyncke (1970) e modificada por Sorensen e Jorgensen (1996).

As amostras de linguiça frescal suína foram homogeneizadas e pesou-se 5 g de amostra, que foi alocada em um tubo de ensaio de vidro 30 x 200 mm, sem borda e de fundo arredondado. Foi adicionado 30 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5% e 1 mL do antioxidante sintético butilhidroxitolueno (BHT) 0,15%. O material foi homogeneizado em Ultra-Turrax durante 60 segundos. Posteriormente o material foi filtrado, utilizando-se papel filtro qualitativo (12,5mm) para um balão volumétrico de 50 mL, sendo o volume completado com a solução de TCA 5%. À partir do balão, foi retirada uma alíquota de 5 mL e transferiu-a para um tubo de ensaio, onde adicionou-se 5 mL de ácido tiobarbitúrico 0,08M. Os tubos foram incubados em banho-maria fervente por 40 minutos, para a formação do complexo colorido. Após este período, os tubos foram colocados em água corrente para atingirem temperatura ambiente, e a solução foi medida em espectrofotômetro Kasuaki (modelo UV-5100), no comprimento de onda de 532 nm. Os resultados foram subtraídos dos valores encontrados para o branco.

Utilizou-se a curva padrão de TEP (1,1,3,3-tetraetoxipropano) para encontrar os valores de TBARS, no qual a concentração e a absorbância foram plotados no eixo x e y, respectivamente, determinando assim a equação da reta

de uma regressão linear, a partir da qual se obteve a concentração da amostra. Os valores foram expressos em mg de MDA/kg da amostra.

As análises foram realizadas em duplicata nos tempos 0, 15, 30, 45, e 60 dias. Para a análise de TBARs foram testadas as linguiças em duas formas frescal e defumada, para meio de comparação da oxidação lipídica pela forma do processamento das linguiças.

### 2.3. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

A análise microbiológica das amostras foi realizada de acordo com Silva *et al*, (2010) e os resultados comparados com os padrões recomendados pela RDC12 (BRASIL, 2001), para Coliformes à 45° C (Método do número mais provável), *Staphylococcus coagulase* positivo (Teste de presença ou ausência) e *Salmonella* (Teste de presença ou ausência), conforme Tabela 2.

**Tabela 2.** Padrões microbiológicos para linguiça frescal

Microrganismo	Tolerância
Coliformes a 45°C/g	$< 10^3$
<i>Staphylococcus coagulase</i> positiva/g	$3 \times 10^3$
<i>Salmonella sp</i> /25g	Ausente
C. sulfito redutor a 46°C/g	$5 \times 10^2$

**Fonte:** ANVISA - RDC 12/2001

### 2.4. ANÁLISE SENSORIAL

A avaliação sensorial foi realizada por 51 julgadores não treinados que foram recrutados entre alunos e funcionários da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes/RJ, onde, 53% eram mulheres e 47% eram homens, com idade variando de 18 a 45 anos. O preparo das amostras foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UENF, onde foram cortadas transversalmente com espessura aproximada de 1 cm, extraídos a partir da parte central do produto, e colocadas para assar em forno elétrico à temperatura de 180° C por 10 minutos. Após, foram apresentados, em pares, em recipientes codificados e entregues de maneira aleatória aos

juízes em conjunto com água à temperatura ambiente e ficha de avaliação de nove pontos (9 – Gostei extremamente, 8 – Gostei muito, 7 – Gostei moderadamente, 6 – Gostei ligeiramente, 5 – Indiferente, 4 – Desgostei ligeiramente, 3 – Desgostei moderadamente, 2 – Desgostei muito, 1 – Desgostei extremamente), para os atributos cor, aroma, sabor e textura, e de cinco pontos (5 - Definitivamente compraria, 4 - Provavelmente compraria, 3 - Talvez compraria/talvez não compraria, 2 - Provavelmente não compraria, 1 - Definitivamente não compraria), para o atributo intenção de compra, nos quais os juízes atribuíam valores numéricos segundo suas preferências.

A análise sensorial foi realizada, após avaliação microbiológica, estando as amostras dentro dos padrões preconizados pela RDC 12/2001 (BRASIL, 2001) e aprovação do comitê de ética em saúde parecer 2.066.829 (anexo).

## 2.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados de perda por cozimento e de oxidação lipídica foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparados utilizando o teste Student-Newman-Keuls ao nível de 5% de probabilidade (SAS 2009, versão 9.3).

Os dados obtidos, na análise sensorial, foram submetidos à análise estatística, por meio de Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAS (2009) versão 9.3.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Perda por cozimento - PPC

Na industrialização o rendimento dos produtos esta diretamente relacionada com a lucratividade. Neste contexto, a perda de peso é um dos fatores mais importantes, indicando a quantidade de água eliminada durante todo o período de armazenamento do embutido.

A perda de peso dos produtos cárneos é dependente da temperatura, umidade relativa, tempo de processamento, como é o caso de salames tipo

italiano, em que a perda pode atingir 40% de seu peso ao final do processamento (GARCIA; GAGLEAZZI; SOBRAL, 2000; MADEDO et al., 2008).

Os resultados de perda de peso pelo cozimento estão descritos na Tabela 3:

**Tabela 3:** Resultado da perda pelo cozimento das amostras de linguiça fresca suína com utilização de antioxidante natural da pimenta chapéu de frade.

<b>Perda por Cozimento (%)</b>	
<b>Controle</b>	30,15 <sup>a</sup> ±4,5
<b>F1</b>	14,90 <sup>b</sup> ±7,4
<b>F2</b>	17,26 <sup>b</sup> ±7,7
<b>F3</b>	19,35 <sup>b</sup> ±7,3
<b>F4</b>	20,86 <sup>b</sup> ±6,4

Médias na mesma coluna seguidas de diferentes letras minúsculas diferem pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ).

Nas carnes e nos produtos cárneos, a solubilidade, hidratação e capacidade de retenção de água são fatores importantes que interferem na textura, suculência e maciez (MENDES, 1998).

Os valores da perda pelo cozimento estiveram entre 14,90 e 30,15% para os tratamentos F1 e controle, respectivamente. Indicando diferença significativa ( $p < 0,05$ ) do tratamento controle para os demais tratamentos no período total de armazenamento.

Entre as formulações a que teve maior perda foi a controle (30,15%), seguida da F4, F3, F2 e F1. Esta perda de peso pode ter sido influenciada pela quantidade dos antioxidantes utilizados, uma vez que a F1 (14,90%) apresentam menor perda de peso, com a concentração zero de antioxidante. Indicando que a combinação do antioxidante com sais de cura contribuíram para maiores perdas de água por cocção.

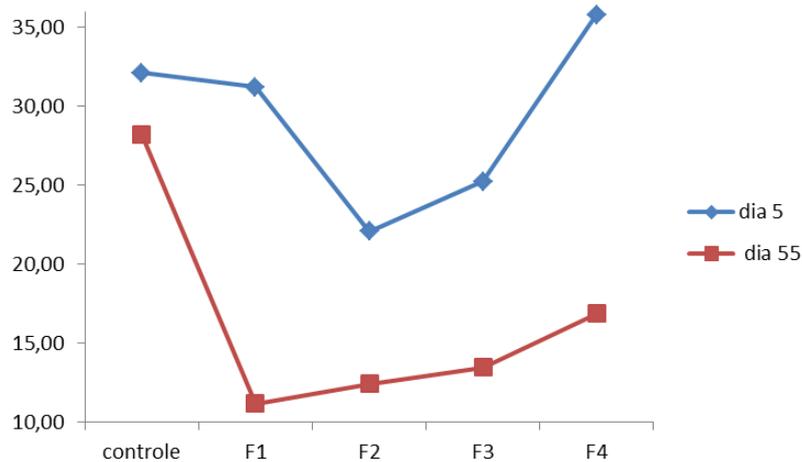
As médias de PPC obtidas apresentam-se na figura 1, estando entre 11,20 e 35,80% nos diferentes tratamentos e tempos analisados (dia 5 e dia 55).

No período inicial (dia 5), a perda de água por cocção foi semelhante nos diferentes tratamentos. Contudo, a perda de peso dos tratamentos F2 e F3 durante o cozimento foram maiores, os quais os tratamentos são compostos por 0,5 e 1% do antioxidante natural.

No segundo momento de análise, dia 55, observa-se variação e menor perda por cozimento das amostras avaliadas em relação ao dia 5, indicando que teve menor perda de água com o aumento do período de armazenamento, representando uma diferença de quase 50%. Esta redução pode estar associada, principalmente às condições de armazenamento, considerando que as amostras foram armazenadas embaladas a vácuo. Logo, nos tempos de estocagem a variação foi evidente para todas.

No entanto, o tratamento controle apresentou maior PPC no dia 55 quando comparado aos demais tratamentos para o período avaliado.

Na figura 1, estão apresentadas as curvas das médias do PPC para os diferentes tratamentos e período de estocagem.



**Figura 1:** Médias dos valores de PPC (perda por cozimento) dos diferentes tratamentos ao longo do período de estocagem sob refrigeração.

Curiosamente, Aleson-Carbonell et al (2014) em um estudo sobre a adição de pericarpo de limão aos hambúrgueres, observaram que altas concentrações do ingrediente diminuiram a perda por cozimento devido ao fato de que as moléculas de água e gordura se ligam à fibra.

Segundo Zanette (2010), em estudo com linguiça colonial e adição de cultura starter bacteriocinogênica obteve valores para perda de peso de em média 44 % aos 19 dias de maturação. Em contrapartida Marangoni (2007) encontrou valores para perda de peso de 34 % a 35,9 % para salame tipo italiano com óleo essencial de coentro ao final dos 35 dias de maturação. Aleson-Carbonell et al. (2004) observaram diminuição da perda pelo cozimento de linguiça seca curada, utilizando albedo de limão.

Em 2010, Bernardi estudando em salame tipo italiano adicionado de própolis micro encapsulada obteve perda de peso em torno de 41 % com 32 dias de estocagem.

### 3.2. OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Durante o processamento e o armazenamento das linguiças ocorrem mudanças fisicoquímicas que levam a formação de radicais livres, quais desencadeiam um processo de oxidação nos ácidos graxos insaturados presentes na carne (HYGREEVA; PANDEY; RADHAKRISMA, 2014; FALOWO; FAYEMI; MUCHENJE, 2014).

A análise de oxidação lipídica através do ensaio TBARS quantifica o composto malonaldeído (MDA), que é um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos dos ácidos graxos formados durante o processo de oxidação (PELLEGRINI, 2005). De acordo com Gray e Peterson (1987), a oxidação lipídica em produtos à base de carne começa quando os níveis de TBARS estão entre 0,5 e 2,0 mg de MDA/kg de amostra.

O antioxidante natural (extrato de pimenta chapéu de frade) foi adicionado em diferentes concentrações nas formulações, a fim de, retardar a oxidação lipídica e aumentar a vida de prateleira da linguiça frescal, os valores obtidos estão dispostos na Tabela 4.

Não foram encontradas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos e o tempo de avaliação. No entanto, os valores de TBARS nas amostras de linguiça frescal variaram ao longo do período experimental, estando entre 0,013 mg de MDA / kg de amostra e 0,065 mg de MDA / kg de amostra nos dias 15 e 60, respectivamente, demonstrando que a ação do antioxidante natural da pimenta chapéu de frade foi semelhante a ação do antioxidante sintético eritorbato de sódio. Contudo, os resultados obtidos também podem não ter apresentado diferenças ao longo do período de armazenamento devido a armazenagem a vácuo na qual pode ter ocorrido à degradação de MDA a outros compostos.

**Tabela 4-** Valores médios de TBARS expressos em mg de MDA/kg encontrados para oxidação lipídica nas formulações de linguiça suína, frescal e defumada, com utilização de antioxidante natural da pimenta chapéu de frade.

<b>TBARS (dias)</b>					
<b>Frescal</b>					
	0	15	30	45	60
<b>Controle</b>	0,004±0,003 <sup>a</sup>	0,015±0,009 <sup>a</sup>	0,026±0,007 <sup>a</sup>	0,018±0,001 <sup>a</sup>	0,038±0,026 <sup>a</sup>
<b>F1</b>	0,020±0,002 <sup>a</sup>	0,013±0,009 <sup>a</sup>	0,025±0,009 <sup>a</sup>	0,027±0,009 <sup>a</sup>	0,059±0,012 <sup>a</sup>
<b>F2</b>	0,030±0,007 <sup>a</sup>	0,020±0,019 <sup>a</sup>	0,024±0,012 <sup>a</sup>	0,028±0,011 <sup>a</sup>	0,057±0,023 <sup>a</sup>
<b>F3</b>	0,026±0,016 <sup>a</sup>	0,024±0,013 <sup>a</sup>	0,028±0,008 <sup>a</sup>	0,019±0,005 <sup>a</sup>	0,065±0,012 <sup>a</sup>
<b>F4</b>	0,036±0,003 <sup>a</sup>	0,017±0,018 <sup>a</sup>	0,024±0,011 <sup>a</sup>	0,029±0,013 <sup>a</sup>	0,062±0,015 <sup>a</sup>

<b>Defumada</b>					
<b>Controle</b>	0,058±0,018 <sup>a</sup>	0,026±0,026 <sup>a</sup>	0,06±0,044 <sup>a</sup>	0,033±0,009 <sup>a</sup>	0,046±0,018 <sup>a</sup>
<b>F1</b>	0,030±0,008 <sup>a</sup>	0,014±0,010 <sup>a</sup>	0,038±0,028 <sup>a</sup>	0,035±0,007 <sup>a</sup>	0,049±0,016 <sup>a</sup>
<b>F2</b>	0,066±0,021 <sup>a</sup>	0,016±0,015 <sup>a</sup>	0,035±0,022 <sup>a</sup>	0,043±0,009 <sup>a</sup>	0,038±0,016 <sup>a</sup>
<b>F3</b>	0,064±0,015 <sup>a</sup>	0,013±0,005 <sup>a</sup>	0,069±0,078 <sup>a</sup>	0,052±0,031 <sup>a</sup>	0,042±0,021 <sup>a</sup>
<b>F4</b>	0,042±0,023 <sup>a</sup>	0,019±0,018 <sup>a</sup>	0,047±0,029 <sup>a</sup>	0,038±0,013 <sup>a</sup>	0,064±0,021 <sup>a</sup>

Médias na mesma coluna seguidas de letras minúsculas diferem pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ).

Nas amostras de linguiça defumada também não foram encontradas diferenças ( $P > 0,05$ ) em relação ao tratamento e tempo. Os valores encontrados para TBARS variaram entre 0,013 e 0,069 mg de MDA / kg de amostra ao longo do período experimental, fato que pode ser esclarecido pela degradação de MDA a outros compostos devido à ação de fenóis gerados no processo de defumação.

Em relação ao tempo, tanto para as amostras defumadas quanto para as amostras de linguiça frescal não houve aumento significativo ( $P > 0,05$ ) nos valores de TBARS, evidenciando que extrato de pimenta teve ação satisfatória como ação antioxidante, visto que não foram observadas diferenças ao longo do período quando comparado ao tratamento controle. No entanto, pode-se afirmar que método de conservação pelo congelamento e embalagem a vácuo contribuíram de forma positiva, quando comparados os tratamentos com presença dos antioxidantes (sintético e natural) e a ausência do antioxidante (F2), enfatizando que houve o retardamento da oxidação lipídica dos produtos ao longo de 70 dias de experimentação.

Na figura 2 e 3, estão representadas as medias de mg de MDA / kg durante o período de armazenamento para as amostras de linguiça frescal e defumada, respectivamente.

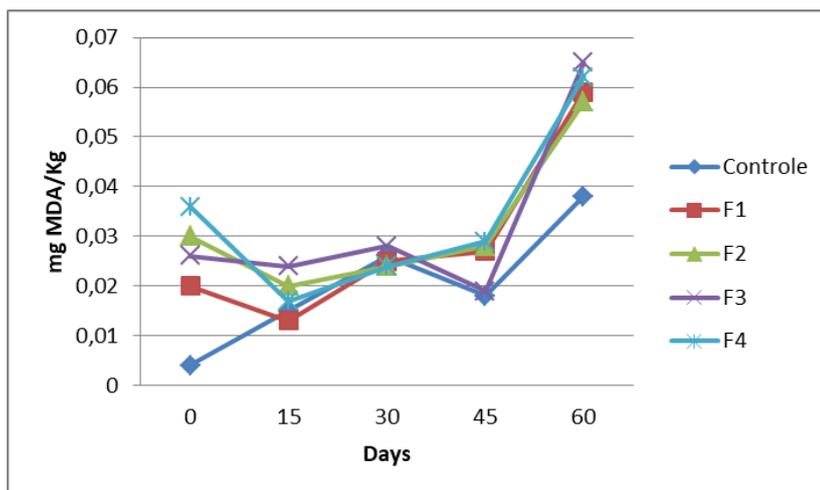


Figura 2 – Médias de mg MDA/kg dos cinco tratamentos ao longo do período de armazenamento sob congelamento das amostras de linguiça frescal.

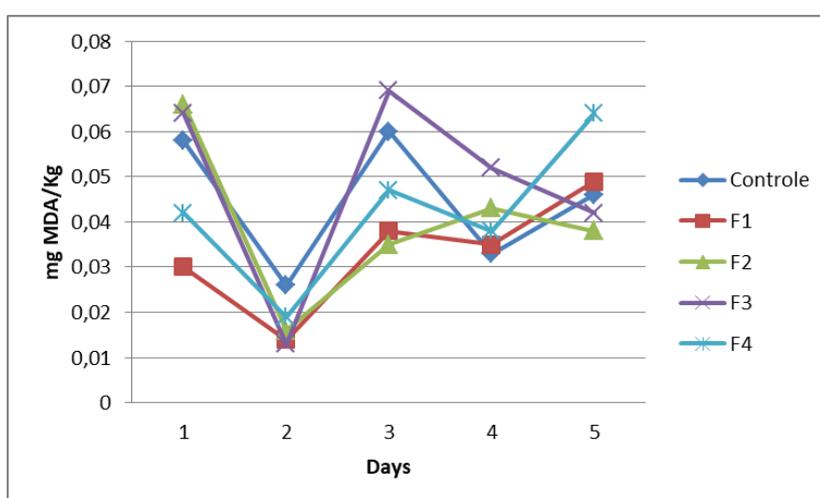


Figura 3 - Médias de mg MDA/kg dos cinco tratamentos ao longo do período de armazenamento sob congelamento das amostras de linguiça defumada.

Não foram encontradas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para os valores de tratamento e para interação (tratamento x tipo). Somente se diferenciaram significativamente os valores para diferentes tipos de linguiça, frescal e defumada, descritos na tabela 5.

As amostras de linguiça frescal apresentou maiores valores de MDA em relação as amostras defumadas. Isto pode ter sido devido à degradação de MDA a outros compostos durante o armazenamento a vácuo e à ação de fenôis gerados no processo de defumação, no qual ocorre a desidratação parcial do produto. A fumaça retarda a rancificação oxidativa e hidrolítica da gordura, entre outros (PARDI, 2007).

Tabela 5 - Valores médios de TBARS expressos em mg de MDA/kg encontrados para oxidação lipídica nas formulações de linguiças suína frescal e defumada com utilização de antioxidante natural da pimenta chapéu de frade.

Tipo	TBARS
Frescal	0,1410 <sup>a</sup>
Defumada	0,0252 <sup>b</sup>

Médias na mesma coluna seguidas de letras minúsculas diferem pelo teste SNK ( $p < 0,05$ ).

No entanto, ao observar os valores encontrados nesse estudo, fica evidente que mesmo apresentando diferenças no tipo de produto ambos estão dentro dos valores considerados de qualidade, pois estudos mostram que valores de TBARS até 1,59 mg MDA/kg de amostra são considerados baixos para serem percebidos por análises sensorial com sabor de ranço e não causam prejuízos para saúde do ser humano (TORRES; OKANI, 1997). Segundo Ahmad & Srivastava (2007), não é possível detectar odor de ranço em carne com intervalo de valores de TBARS entre 0,5 e 1,0 mg MDA/kg. Portanto, as médias encontradas apresentam-se dentro do padrão considerado bom, o que faz das linguiças apropriadas para consumo.

Ao analisar o efeito da adição de extrato de orégano e manjerona em linguiça toscana, Bussata (2010) encontrou valores de 0,806 mg de MDA/kg ao final de 35 dias de armazenamento. Já Almeida et al. (2016) observaram que os valores de TBARS de linguiças preparadas com o extrato da casca de uva brasileira, (*Plinia cauliflora*), diferiram para o mesmo período de armazenamento. Para Almeida et al. (2016), os valores mais baixos de oxidação lipídica são devidos à presença de fenóis na casca de *Plinia cauliflora*.

Salem & Ibrahim (2010), avaliaram a adição de extrato de óleo de sálvia em concentrações de 0,05 e 0,025% em linguiças de búfalo encontraram valores de 0,91 para tratamento sem antioxidante natural e 0,51 e 0,46 mg de MDA / kg de produto para tratamentos com extrato de sálvia.

Em 2011, Jayawardana et al. usaram feijão Adzuki na concentração de 0,2% em linguiças defumadas e não defumadas e encontraram resultado positivo no qual controlou efetivamente a oxidação lipídica em ambos os tipos, atribuindo a redução oxidativa à presença de polifenóis, que são ricos em antocianinas presente no extrato de feijão Adzuki.

O poder antioxidante dos fenóis está associado ao grupo hidroxila ligado ao anel aromático, que é capaz de doar elétrons com átomos de hidrogênio que

neutralizam os radicais livres. Segundo Radha Krishman et al. (2014), como citado por Almeida et al. (2016), este mecanismo bloqueia a degradação da forma oxidativa, como observado para MDA.

Os resultados do estudo corroboram com os autores, uma vez que não se observou aumento na oxidação lipídica, mantendo os valores de TBARS relativamente constantes até o final do experimento (60 dias).

### 3.3. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Os valores médios para as contagens de coliformes, *Staphylococcus* coagulase positiva, *Salmonella* sp. e *Clostridium* Sulfitos-redutores estão apresentados na tabela 6.

**Tabela 6** - Resultados das análises microbiológicas de linguiça fresca suína com utilização de antioxidante natural da pimenta chapéu de frade.

	<b>Coliformes NMP/g)</b>	<b><i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g)**</b>	<b><i>Salmonella</i> sp.</b>	<b><i>Clostridium</i> sulfito reductor a 46°C (UFC/g)**</b>
<b>Controle</b>	<3.0	Negativo	Negativo	Negativo
<b>F1</b>	<3.0	Negativo	Negativo	Negativo
<b>F2</b>	<3.0	Negativo	Negativo	Negativo
<b>F3</b>	<3.0	Negativo	Negativo	Negativo
<b>F4</b>	<3.0	Negativo	Negativo	Negativo
<b>F5</b>	<3.0	Negativo	Negativo	Negativo
<b>Standard RDC 12/01</b>	<3.0	Negativo	Negativo	Negativo

\* Número Mais Provável por grama

\*\* Unidade Formadora de Colônia por grama

O processo de estocagem está diretamente relacionado com desenvolvimento e sobrevivência dos microrganismos. É necessário manter a estabilidade microbiológica para proporcionar qualidade aos produtos. Segundo Fellows (2006), a conservação dos alimentos se dá pela ação antimicrobiana adicionada ao produto, pela presença do ácido láctico vindo da fermentação e controle do pH

Todos os microrganismos pesquisados apresentaram contagens abaixo dos padrões legislativos do Brasil (BRASIL, 2001). A excelente qualidade microbiológica da linguiça fresca foi devida a qualidade das matérias-primas

utilizadas, em combinação com adoção de boas práticas de fabricação, adotadas durante o processamento, embalagem a vácuo do produto e o uso de aditivos que agem prevenindo o crescimento de algumas espécies de microrganismos, além da utilização do antioxidante natural que apresenta em sua composição ação antimicrobiana.

### 3.4. ANÁLISE SENSORIAL

Sobre o perfil dos provadores que participaram dos testes sensoriais da linguiça frescal com adição de antioxidante natural da pimenta chapéu de frade, observou-se que do total de 51 provadores, 52% dos provadores foram do sexo feminino, com idade entre 26 e 35 anos (51%).

As médias das notas da análise sensorial, para os atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão estão expressos na Tabela 8.

**Tabela 8** - Valores das médias para cada atributo avaliado

Tratamento	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
<b>CONTROLE</b>	6,8 <sup>a</sup>	6,8 <sup>a</sup>	7,1 <sup>a</sup>	7,0 <sup>ab</sup>	6,9 <sup>a</sup>
<b>F1</b>	6,5 <sup>ab</sup>	6,8 <sup>a</sup>	7,2 <sup>a</sup>	7,1 <sup>a</sup>	6,9 <sup>a</sup>
<b>F2</b>	5,4 <sup>c</sup>	6,0 <sup>b</sup>	6,6 <sup>a</sup>	6,4 <sup>b</sup>	6,2 <sup>b</sup>
<b>F3</b>	6,6 <sup>ab</sup>	6,9 <sup>a</sup>	7,3 <sup>a</sup>	7,0 <sup>ab</sup>	7,1 <sup>a</sup>
<b>F4</b>	5,9 <sup>bc</sup>	6,5 <sup>ab</sup>	7,3 <sup>a</sup>	5,9 <sup>ab</sup>	6,8 <sup>a</sup>

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os resultados da análise sensorial demonstraram que no atributo cor não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre o tratamento Controle, F1 e F3; assim como não houve diferença entre F2 e F4. No entanto, foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre o Controle e F2 e controle e F4, assim como entre F1 e F2; e F2 e F3. Ocorreu uma diminuição da intensidade da cor com o inclusão de 0,5% do extrato de pimenta chapéu de frade (*capsicum baccatum var. pendulum*), em contrapartida com adição de 1% do extrato foi observado maiores valores de média para coloração mais intensa, evidenciando que não houve diferença na coloração quando comparado ao tratamento controle,

indicando efeito positivo do antioxidante natural utilizado, com tonalidade vermelha podendo influenciar essa característica do produto final. López-Vargas *et al* (2014) observou essa correlação em hambúrguer suíno com adição de farinha de maracujá, onde os produtos com concentração menor apresentavam coloração mais clara que os demais. O que não foi observado por Valle (2015) em sua pesquisa com bife reestruturado de carne bovina com adição de extrato aquoso de aroeira (*Schinus terebinthifolius*, Raddi), também conhecido como pimenta rosa.

Em relação ao aroma não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre o Controle, F1, F3 e F4, e entre F2 e F4. Porém, foram encontradas diferenças ( $p < 0,05$ ) para os tratamentos controle e F2; F1 e F2; e F2 e F3. O que demonstra que a inclusão do extrato em concentrações baixas (0,5%) e altas (1,5%) são percebidas pelos julgadores, porém em concentrações intermediárias (1,0%) essa percepção não é observada. O que não é observada quando há inclusão de outros tipos de ingredientes como antioxidantes, como no estudo realizado por Valle (2015) com bife reestruturado de carne bovina com adição de extrato aquoso de aroeira (*Schinus terebinthifolius*, Raddi). Maia Junior (2016), também relata que não houve percepção pelos julgadores na adição de farinha de maracujá, cloreto de potássio (KCl) e cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) em linguiça defumada de carne ovina. O que nos levar a acreditar que uma concentração baixa do extrato de pimenta chapéu de frade (*capsicum baccatum* var. *pendulum*) influencia na percepção de aroma pelo consumidor.

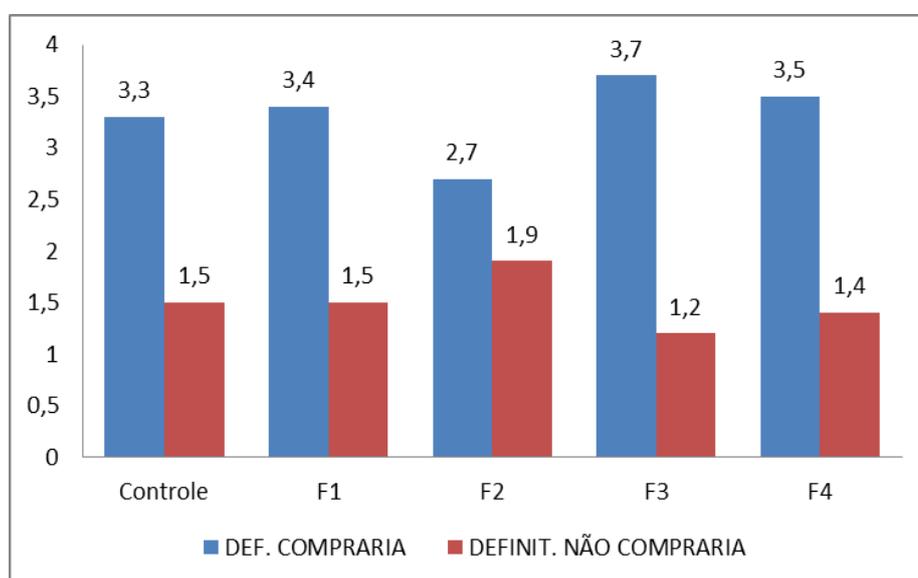
No atributo sabor não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as formulações.

A textura não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre o Controle, F1, F2, F3 e F4, e foram encontradas diferenças ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos F1 e F2, o que nos levar a perceber que a diminuição na quantidade de água utilizada nas formulações pode ter influenciado nos resultados obtidos no presente estudo, visto que, o tratamento de maior aceitabilidade pelos consumidores apresentou maior valor de média para atributo avaliado.

Por fim, a impressão global demonstrou que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o tratamento F2 e os demais tratamentos. Provavelmente, devido a maior percepção dos julgadores à inclusão do extrato de pimenta chapéu de frade (*capsicum baccatum* var. *Pendulum*) em baixas concentrações (0,5%).

Os resultados apontaram que para os atributos cor, aroma, textura e impressão global o tratamento F3, com adição de 1,0% do extrato de pimenta como substituição ao antioxidante, apresentou maior aceitação pelos consumidores, pois há uma tendência em ser melhor por apresentar valores médios mais próximos a sete, visto que para Dutcosky (2011), o índice de aceitabilidade de valor 7,0 é o mínimo que um produto pode alcançar para ser considerado de boa aceitação nos diferentes parâmetros sensoriais.

Os resultados do teste de intenção de compra das diferentes formulações de linguiças estão apresentados na figura 4.



**Figura 4-** Resultados do teste intenção de compra das diferentes formulações de linguiças.

Quanto às intenções de compra, as pontuações 4 ou 5, 3 ou 2 e 1 foram atribuídas a "aceitação", "indiferença" e "rejeição", respectivamente, (Guerra et al., 2012).

Em relação à média de notas do teste de intenção de compra os valores de aceitação de F3 e F4 foram maiores, indicando que os consumidores "definitivamente comprariam" o produto no mercado. Em contrapartida o tratamento F2 obteve a média de pontuação de 1,9 indicando maior resultado de rejeição, no qual os consumidores optaram "definitivamente não comprariam".

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados indicam que o extrato de pimenta atuou de forma satisfatória como antioxidante impedindo a rancificação e mantendo as características do produto durante os 60 dias de armazenamento. No teste de aceitação ficou evidente que o tratamento F3 apresentou maior aceitabilidade pelos consumidores indicando também sua intenção de compra.

Fica evidente que a utilização de 1% de extrato de pimenta chapéu de frade atua na conservação da linguiça suína frescal e demonstra boa aceitação pelos consumidores.

#### 5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

AHMAD & SRIVASTAVA, P.K. Quality and shelf life evaluation of fermented sausages of buffalo meat with diferente levels of heart and fat. *Meat Science*, v. 75, p. 603-609. 2007.

ALESON-CARBONELL, L.; FERNADEZ-LOPEZ, J.; SENDRA, E.; SAYAS-BARBERA, E.; PEREZ-ALVAREZ, J. A. Quality characteristics of a on-fermented dry cured sausage formulated with lemon albedo. *Journal of the Science of Food Agriculture*, v. 84, p. 2077-2084, 2004.

ALMEIDA, P. L.; LIMA, S. N.; COSTA, L. L.; OLIVEIRA, C. C.; DAMSCENO, K. A.; SANTOS, B. A.; CAMPAGNOL, P. C. B. Effect of jacuticaba peel extrct on lipid oxidation, microbial stability and sensory properties of Bologna-type sausages during refrigerated storage. *Meat Science*, v. 110, p. 9-10, 2016.

BERNARDI, D. M.; ROMAN, J. A. Caracterização sensorial de linguiça Toscana com baixo teor de sódio e análise do consumo de carne suína e derivados na região Oeste do Paraná. *Boletim CEPPA*, v. 29, n. 1, p. 33-42, 2011.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial*. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001. Available at: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC\\_12\\_2001.pdf/15ffd6-3767-4527-bfac-740a0400829b](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffd6-3767-4527-bfac-740a0400829b)>. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br> Acesso em 17/01/2018.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 28, de 28 de março de 2000. *Diário Oficial*. Brasília, 2000. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br> Acesso em 21/03/2017.

BUSSATA, c. Caracterização química e atividade antimicrobiana in vitro em alimentos dos extratos de oregano e manjerona. Dissertação de Mestrado em Engenharia de alimentos – Universidade Regional Integrada, Erchim, 2010.

DEVATKAL S.K & NAVEEN B.M. Effect of salt and pomegranate fruit by product powders on colour and oxidative stability of raw ground goat meat during refrigerated storage. *Meat Science*, 85, 306-311, 2010.

DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. 3ª ed. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 2011. 426p.

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

FELLOWS, P.J. Tecnologia do Processamento de Alimentos - Princípios e práticas. Artmed. 2006.

FRANCO, D. GONZALEZ, L. BISPO, E. LATORRE, A.; MORENO, T.; SINEIRO, J.; SANCHEZ, M.; NUNEZ. Effects of calf diet, antioxidants, packaging type and storage time on beef steak storage. *Meat Science*, v. 90, n. 4, p. 871-880, 2012.

GARCIA, F. T.; GAGLEAZZI, U. A.; SOBRAL, P. J. A. Variação das propriedades físicas e químicas do salame tipo italiano durante secagem e fermentação. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 3, n. 48, p. 151-158, 2000.

GEORGANTELIS, D. et al. Effect of Rosemary extract, chitosan and a-tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. *Meat Science*, v. 75, n. 2, p. 256-264, 2007.

GRAY, J. I.; PEARSON, A. M. Rancidity and warmed-over flavor. In A.M. PEARSON, A. M.; DUSTON, T. R. *Restructured meat and poultry products, advances in meat research*, New York: Van Nostrand Reinhold, p. 221–269, 1987.

HYGREEVA, D.; PANDEY, M. C.; RADHAKRISHNA, K. Potential applications of plant based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products. *Meat science*, v. 98, n. 1, p. 47–57, set. 2014.

JAYAWARDANA, B. C.; HIRANO, T.; HAN, K. H.; ISHII, H. OKADA, T.; SHIBAYAMA, S.; FUKUSHIMA, M.; SEKIKAWA, M.; SHIMADA, K. Utilization of adzuki bean extract as a natural antioxidant in cured and uncured cooked pork sausages. *Meat Science*. Oxford. v. 89, p. 150 – 153, 2011.

LIMA, A.R.; PEREIRA, R.G.F.A.; ABRAHÃO, S. A. (2010) Compostos bioativos do café: atividade antioxidante in vitro do café verde e torrado antes e após a descafeinação. *Revista Química Nova*, 33(1), 20-24.

LÓPEZ-VARGAS, J. H.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDA-MORTOS, M. Quality characteristics of pork burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. *Meat Science*, v. 97, n. 2, p. 270–276, 2014.

MACEDO, REF; ROSSA, LS; NUNES, LCAS; BIASI, RS; GOMES, C; GALEB, LAG; KIRSCHNI, K. Atmosferas modificadas para conservação de carnes frescas: tendências e aplicabilidade tecnológica do monóxido de carbono. Rev Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais, v.7, n.4, p.469-482, 2008.

MAIA JÚNIOR, J. A. Substituição parcial de NaCl por KCl e CaCl<sub>2</sub> e inclusão de farinha de maracujá em linguiça defumada de carne ovina – Campos dos Goytacazes, RJ, 2017. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias f. 87 – 97.

MARANGONI, A. L. Potencialidade de Aplicação de Farinha de Yacon (*Polymnia sonchifolia*) em Produtos à Base de Cereais. 2007. 125 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007

MENDES, A.C.R. Propriedades funcionais das proteínas: sua importância e aplicabilidade em produtos alimentícios. Higiene Alimentar, v.12, n.56, 1998.

ROSA, C. S.; KUBOTA, E.; Stein, M.; NOGARA, G. P.; VIZZOTTO, M. (2013). Avaliação do efeito de extrato de farinha de alfarroba (*Ceratonia siliqua* L.) na estabilidade oxidativa e cor de hambúrgueres congelados. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 34(5), 93-98.

SALEM, F. M. A & IBRAHIM, H. M. Dry fermented buffalo sausage with sage oil extract: Safety and quality. Grasas Y Aceites, 61 (1), p. 76-85, 2010.

SAS, User's guide statistics. Cary: INSTITUTE SAS, 2009.

SILVA, N. "Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água". Varela: São Paulo, 624p. 2010

SORENSEN, G.; JORGENSEN, S. S. A. (1996) critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. Zeitschrift fur Lebensmittel Untersuchung und-Forschung, New York, v. 202, n. 3, p. 205- 210, 1996.

TEIXEIRA, N. C. Desenvolvimento, caracterização físico-química e avaliação sensorial de suco de jaboticaba (*myrciariajaboticaba*(vell) berg). 2011. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011.

TOBIN, B. D.; O'SULLIVAN, M. G.; HAMILL, R. M.; KERRY, J. P. Effect of varying salt and fat levels on the sensory and physiochemical quality of frankfurters. Meat Science, Oxford, v. 92, p. 659-666, 2012.

TORRES, E.A. F. S.; OKANI, E. T. Teste de TBA: ranço em alimentos. Revista Nacional da Carne, v. 243, p. 68-76, 1997.

VALLE, F. R. A. Avaliação do efeito de extrato aquoso de aroeira (*Schinus terebinthifolius*, RADDI) adicionado à produtos cárneos. 2015. 96 f. Campos dos

Goytacazes, RJ, 2017. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias

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

ZANETTE, C.M. Efeitos da adição de cultura starter bacteriocinogênica produzida por *Lactobacillus plantarum* sobre *Listeria monocytogenes* em linguiça colonial. 2010. 91f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A linguiça frescal de carne suína com adição de extrato de pimenta chapéu-de-frade pode ser elaborada sem prejudicar a qualidade do produto, atuando de forma satisfatória como antioxidante impedindo a rancificação e mantendo as características sensoriais, pois manteve efeito semelhante ao produto com adição de antioxidante sintético durante os 60 dias de armazenamento, atendendo desta maneira aos padrões definidos pela legislação brasileira.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCS - **Associação Brasileira de Criadores de Suínos**, 2014. Disponível em: [www.abcs.com.br](http://www.abcs.com.br) Acesso em 15/01/2018

ABIPECS. **Relatório Anual: produção de carne suína no Brasil**. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.abipecs.org.br/pt/estatisticas/mundial/producao-2.html>. Acesso em 15/04/2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Salmonella – Determinação em alimentos**. MB3465. ABNT, 1991.

ALMEIDA, C. O. **Avaliação físico-química e microbiológica de lingüiça toscana porcionada e armazenada em diferentes embalagens, sob condições de estocagem similares às praticadas em supermercado**. 2005. 127 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005

ALVES, M. K.. **Avaliação da ação antiinflamatória e antidislipicêmica de Capsicum**. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) -Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

ANJO, D. F. C. **Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular**. J. Vasc. Br. V. 3, 2004.

ASSIS, M. L. V. **Determinação do potencial antioxidante e quantificação de compostos fenólicos por CLAE em acessos de Capsicum baccatum var. pendulum**. Dissertação de mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2014

BALDISSERA, E. M. **Desenvolvimento de presunto cozido pré-fermentado adicionado de fibra e cloreto de potássio**. Santa Maria: dissertação de Mestrado em Ciencia e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria. 2007.

BIRCH, A.; FENNER, G. P.; WATKINS, R.; BOYD, L.C. **Antioxidant proprieties of evenng primrose seed extracts**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 49, 2001.

BOBBIO, O.A., BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Varela, 2001.

BOTSOGLOU, N. A., CHRISTAKI, E., FLETOURIS, D. J., FLOROU-PANERI, P., & SPAIS, A. B. **The effect of dietary oregano essential oil on lipid oxidation in raw and cooked chicken during refrigerated storage.** Meat Science, 62, 259–265, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Defesa Animal. **Manual de métodos microbiológicos para alimentos.** Coordenação Geral de Laboratório Animal. 1991/1992 2ª revisão.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal** (Aprovado pelo Decreto nº 30.691 de 29-03-52, alterado pelos Decretos nºs 1.255 de 25-06-62, 1.236 de 02-09-94, nº 1.812 de 08-02-96 e nº 2,244 de 05-06-97). DIPOA-MAPA, Brasília-DF, 1997, 241p.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria 1004, 11 de dezembro de 1998. **Atribuição de função de Aditivos, Aditivos e seus limites máximos de uso para categoria 8- carne e produtos cárneos.** Disponível em [http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/1004\\_98htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/1004_98htm) acesso em: 09/04/2015.

BRASIL, SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA AGROPECUÁRIA. **Métodos analíticos físico-químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes:** sal e salmoura. Instrução normativa nº 20. Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Instrução normativa n.4, de 31 de março de 2000. **Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha.** Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília, 05 abr. 2000, Seção 1, p. 6.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 12**, de 2 de Janeiro. Diário Oficial. Brasília, p. 68, 2001.

BRIDI, A. M.; OLIVEIRA, A. R.; FONSECA, N. A. N.; SHIMOKOMAKI, M.; COUTINHO, L. L.; SILVA, C. A. **Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo animal na qualidade da carne suína.** Revista Brasileira de Zootecnia. Viçosa, v. 35, 2006.

BRIDI, A.M.; da SILVA, C.A. **Avaliação da Carne Suína.** Londrina: Midiograf, 2009. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/>

CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B. **Sistema de produção de pimentas (*Capsicum spp.*): Botânica.** Embrapa hortaliças, Sistema de produção, 4 ISSN 1678. Versão Eletronica Dezembro/2004. Acesso em: 15/012/2015

CARVALHO, R.B.D. **Potencialidades dos mercados para os produtos derivados de caprinos e ovinos.** 2003. Disponível em: <<http://www.caprítec.com.br/pdf/CAPRITEC.doc>>.

CECHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** Campinas, SP. Editora da Unicamp. 1999. 212p.

COULTATE, T. P. **Food: the chemistry of its components.** Cambridge: The Royal Society of Chemistry, n. 4, p. 73–125, 2002.

DAMODARAN, S.; PARKINI, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos Fennema.** 4 ed. Porto Alegre, 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - **Caprinos.** Circular Técnico 33, Sobral/CE, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpq.embrapa.br/ct33.pdf>>.

ESTÉVES, M.; RAMÍREZ, R.; VENTANAS, S.; CAVA, R. **Sage and rosemary essential oils versus BHT for the inhibition of lipidi oxidative reactions in liver pate.** LWT – Food Science and Technology, v.40, n. 1, p. 58-65, 2007.

FAVERO, A.J. **Carne suína de qualidade: Uma exigencia do consumidor moderno.** 2001. Disponível em <http://ww.porkword.com.br/publicacoes>. Acesso em 18/01/2015.

FIRESTONE, D.; **Official methods and recommended practies of the American Oil Chemists`Society,** AOACS, 5 th, ed., v. I-II, Champaign, 1998.

GEORGANTELIS, D., BLEKAS, G., KATIKOU, P., AMBROSIADIS, I., FLETOURIS, D. J. **Effect of rosemary extract, chitosan and  $\alpha$ -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during storage of beef burgers.** Meat Science, v. 75, p. 266-274, 2007.

GERVÁSIO, E. W. Suinocultura - Análise da Conjuntura Agropecuária-fevereiro/2013. **Linhagens genéticas comerciais em diferentes pesos de abate.** Ciênc. Rural. 38.

GONZALEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária.** 2ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 364p, 2006

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

GUIL-GUERRERO, J. L.; MARTINEZ-GUIRADO, C.; REBOLLOSO-FUENTES, CARRIQUE-PEREZ, A. **Nutrient composition and antioxidante activity of 10 pepper.** Eur. Food Res. Technol. N. 224, 2006.

HUDSON, B. J. F. **Food Antioxidants** . London, Nw York: Elsevier Applied Science. p. 169–78, 1990.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Tabelas de composição nutricional de alimentos consumidos no Brasil,** IN: Pesquisa de Orçamento

Familiar 2008 – 2009, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10/11/2014.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CAMPO, A.; CARBALLO, J.; CARRASCOSA, A.; DORADO, M.; JORGE, A.F.; TUBUA, J.F.; VARELA, M.G. **Los nuevos productos carnicos con bajo contenido en grasa**. Documentos COTEC sobre necesidades tecnológicas. Madrid, 1995

KAHL, R.; HILDEBRANDT, A. G. **Methodology for studying antioxidant activity and mechanisms of action of antioxidants**. Food Chemical Toxixology, v. 24, n. 10/11, 1986.

KEETON, J.T. **Fat Substitutes and fat modification in processing**. Reciprocal Meat Conference Proceedings, Manhattan, v.44,1991.

KRING, U.; BERGER, R. G. **Antioxidant activity of some roasted foods**. Food Chemistry. v. 72, 2001.

LAGUERRE, M.; LECANTE, J. E VILLENEUVE, P. **Evaluation of the ability of antioxidants to couteract lipid oxidation: existing, methods, new trends and challenges**. Prog. Lip. Res. V. 46, 2007.

LEJA, M.; MARECZEK, A.; WYZGOLIK, G.; KLEPACZ-BANIAK, J.; CZEKONSKA, K. **Antioxidantive properties of bee pollen in selected plant species**. Food Chem, v100, 2007.

LELIS, G.R.; BRITO, C.O.; TAVERNARI, F.C.; ALBINO, L.F.T. **Metabolismo de carboidratos e lipídios em aves**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.57, n.6, p.792-798, 2005.

LENHINGER, NELSON, D. L., COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 5ª edição. Porto Alegre: SARVIER, 2011.

LOPES, M.M.; SILVA, L.P.; JUNIOR, C.A.C.; TEODOROS, A.J. ; MANO, S.B.; FREITAS, M.Q.; FRANCO, R.M.; PARDI, H.S. **Aspectos bacteriológicos e físico-químicos da linguiça frescal de frango elaborada com diferentes concentrações de polifosfato de sódio**. Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias, Lisboa, v.102, n.563-564 2007.

MATAEUS, P. **Sausage processing: Na ancient art**. Meat Processing. V. 4, n. 2, 1997.

MILANI, L. I. G.; FRIES, L. L. M.; PAZ, P. B.; BELLE, M.; TERRA, N.N. **Bioproteção de linguiça de frango**. Ciência e tecnologia de alimentos, v. 23, n. 2, 2003.

MOTZER, J.A. et al. **Quality of restructured hams manufactured with PSE pork as affected by water binders**. Journal of Food Science, v.63, n.6; p.1007-1011, 1998. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15843.x>>. Acesso em 05/02/2015

- MULTON, J. L. **Aditivos y auxiliaries de fabricacion en las industrias agroalimentarias**. 2ed. Zaragoza: Acribia, 1999.
- NAM, K. C., AHN, D. U. **Use of antioxidants to reduce lipid oxidation and off odor volatiles of irradiated pork homogenates and patties**. Meat Science, v.63, n. 1, 2003.
- NATIONAL PORK BOARD. **Critical points affecting fresh pork quality within the packing plant**. Facts. Des Moines, 1998.
- NERES, M. A.; MONTEIRO, A. L. G.; GARCIA, C. A.; COSTA, C.; ARRIGONI, M. B.; ROSA, G. J. M. **Forma física da ração e pesos de abate nas características de carcaça de cordeiros em creep feeding**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 30, n. 3, 2001.
- OLIVEIRA, L. A. T.; FRANCO, R. M.; CARVALHO, J. C. A. P. **Enterobacteriaceae em especiarias utilizadas na elaboração de embutidos cárneos**. Hig. Alim.,v. 6, n. 22, 1992.
- OLIVEIRA, M.J.; ARAÚJO, W.M.C.; BORGIO, L.A. **Quantificação de nitrato e nitrito em linguças do tipo frescal**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.25, n.4, 2005.
- OLIVEIRA, R. S. **Suplementação de nutracêutico (LECIPALM®) e vitamina E para frangos de corte: desempenho zootécnico e metabolismo**. Dissertação. 56(Mestrado).Setor Ciências Agrárias Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2009.
- PARDI, M. C. **Ciencia, Higiene e Tecnologia da Carne**. Goiania: CEGRAF – UFG/Niteroi: EDUFF, v.2, 1995.
- PARRY, R. T. **Envasado de los alimentos em atmosfera modificada**. Madrid (España): A Madrid Vicente, 1993.
- PINO, L. M. **Estabilidade oxidativa da carne de freangos alimentados com diferentes fontes lipídicas, armazenadas sob congelamento**. 2005. Dissertação de mestrado em Ciência e tecnologia de alimentos. Universidade de São Paulo, SP.
- POKORNY, J. **Are natural antioxidants better – and safer – than synthetic antioxidants?** Eur. J. Lipid. Sci. Technology. V. 109, 2007.
- PORKONY, J. **Natural antioxidants for food use**. Trends in Food Science and Technology, v. 2, n. 9, 1991.
- PRATT, D. E, **Natural antioxidants from plant material**. In HUANG, M. T. Phenolic Compounds in food and their effects on health. Washington: American Chemical Society. 1992.

RATHORE, M.S.; SHEKHAWAT, N.S. **Incredible spices of India: from traditions to cuisine**. American-Eurasian Journal of Botany, v.1, n.3, p.85-89, 2008.

RATNAM, D. V.; ANKOLA, D. D.; BHARDWAJ, V.; SAHANA, D. K.; RAVI KUMAR, M. N. V.; **Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective**. J. Contr. Rele. V. 113, 2006

RIBEIRO, C.S.C.; LOPES, C.A.; CARVALHO, S.I.C.; HENZ, G.P.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008.

RIBEIRO, C. S. C. **Sistema de produção de pimentas (*Capsicum* spp): cultivares**. Embrapa Hortaliças, Sistema de produção, 4 INSS 1678. Versão Eletônica. Dezembro/2004. Acesso em 10/12/2014.

ROSA, A.; DEIANA, M.; CASU, V.; PACCAGNINI, S.; APPENDINO, G.; BALLERO, M.; DESSI, M.A. **Antioxidant Activity of Capsinoids**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 50. 2002.

ROSA A.F. , Gomes J.D.F., Martelli M.R., Sobral, P.J.A. & Lima, C.G. 2008. **Qualidade da carne de suínos**. [www.SuinoCultura\\_2012\\_2013.pdf](http://www.SuinoCultura_2012_2013.pdf)

SAS, **User's guide statistics**. Cary: INSTITUTE SAS, 2003.

SHARF, J. M. (Org.). **Métodos recomendados para o exame microbiológico de alimentos**. Tradução de MIGUEL FALCONE. São Paulo Polígono. Tradução de: Recommended methods for the microbiological examination of foods.

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, 22, 1999.

SOARES, S.E. **Ácidos fenólicos como antioxidante**. Revista de Nutrição, n.1. 2002.

TANG, S.; KERRY, J. P.; SHEEHAN, D.; BUCKLEY, D. J.; MORISSEY, P. A. **Antioxidant effect of added tea catechins on susceptibility of cooked red meat, poultry and fish patties to lipid oxidation**. Food Research International, v. 34, n. 8, 2001.

TARLADGIS, B. C., WATTS, B.M., YOUNATHAN, H.T., DUGAN, L.R. JR. **A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods**. Journal American Oil Chemistry Society, v.37, p.44-48, 1960.

TERRA, N.N. **Apontamentos de Tecnologia de Carnes**. São Leopoldo: Usininos, 1998, 216p.

TIB – **TRADE INFORMATION BRIEF *Capsicum***. South African Development Community Trade Development: Pretoria. 2005.

TORRES, E. B. **Alta Presión Isostática: estudio del color y de la fracción lipídica de productos avícolas.** 2003. Tese. (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Facultat Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 2003.

TRINDADE, R. A., LIMA, A., ANDRADE-WARTHA, E. R. **Consumer's evaluation of the effects of gamma irradiation and natural antioxidants on general acceptance of frozen beef burger.** Radiation Physics and Chemistry, v. 78, 2009.

VALENZUELA, H. **Farm and forestry production and marketing profile for chilli pepper (*Capsicum annuum*).** In: ELEVITCH, C.R. (Ed.). Specialty crops for pacific island agroforestry. Permanent Agriculture Resources. Holualoa, Hawai'i. Disponível em <http://agroforestry.net/scps> Acesso em 1 de Março de 2015.

VRIES, A.G.; VAN DE WAL, P.G.; LONG, T.; EIKELENBOOM, G.; MERKS, J.W.M. **Genetic parametres of pork quality and production traits in Yorkshire populations.** Livestok Production Science, v. 40 S. 1994.

## ANEXO

Parecer do comitê de ética

INSTITUTOS SUPERIORES DE  
ENSINO DO CENSA /



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** DESENVOLVIMENTOS DE NOVOS PRODUTOS COM SUBSTITUIÇÃO DO ANTIOXIDANTE INDUSTRIAL

**Pesquisador:** Natália de Oliveira Cabral

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 64969417.9.0000.5524

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO -

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.066.829

INSTITUTOS SUPERIORES DE  
ENSINO DO CENSA /



Continuação do Parecer: 2.066.829

#### Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_863624.pdf	26/04/2017 09:03:07		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE2016.pdf	26/04/2017 09:02:37	Natália de Oliveira Cabral	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetodetalhado.pdf	25/04/2017 14:56:32	Natália de Oliveira Cabral	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	08/02/2017 12:21:22	Natália de Oliveira Cabral	Aceito

#### Situação do Parecer:

Aprovado

#### Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPOS DOS GOYTACAZES, 16 de Maio de 2017

Assinado por:  
Nilo Terra Arêas Neto  
(Coordenador)