

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**DOS ALIMENTOS**

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA ADIÇÃO DE ÓLEOS**  
**VEGETAIS COMO SUBSTITUTOS DE**  
**GORDURA ANIMAL EM MORTADELA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**João Felipe Ferraz Yunes**

**Santa Maria, RS, Brasil.**  
**2010**

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA ADIÇÃO DE ÓLEOS  
VEGETAIS COMO SUBSTITUTOS DE  
GORDURA ANIMAL EM MORTADELA**

**por**

**João Felipe Ferraz Yunes**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**

Orientador: Prof. Nelcindo Nascimento Terra

Santa Maria, RS, Brasil

2010

**Universidade Federal de Santa Maria**  
**Centro de Ciências Rurais**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de Mestrado

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA ADIÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS  
COMO SUBSTITUTOS DE  
GORDURA ANIMAL EM MORTADELA**

elaborada por  
**JOÃO FELIPE FERRAZ YUNES**

Como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**

Comissão Examinadora:

**Nelcindo Nascimento Terra, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Alexandre José Cichosk, Dr. (UFSM)**

**Nei Fronza, Dr. (IAFC)**

Santa Maria, 25 de fevereiro de 2010

*Dedico este trabalho aos meus pais, João Pedro e Ana Teresa,  
aos meus irmãos,  
à Alcimone, minha esposa e  
à minha filha amada, Carolina.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por mais esta conquista. Obrigado!

À Universidade Federal de Santa Maria, ao curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, à empresa Sadia, agradeço a oportunidade proporcionada por estas instituições, para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Nelcindo Nascimento Terra, agradeço pela orientação, sabedoria e companheirismo, determinantes na caminhada para a realização dos estudos.

À Lúcia Guedes e Getúlio Takahashi pelo estímulo, ajuda e compreensão durante a realização dos trabalhos.

Aos professores Francisco Javier Hernandez Blazquez da Universidade de São Paulo, e Helena Teixeira Godoy da Universidade Estadual de Campinas, pelo inominável préstimo para execução das análises.

Aos colegas Carla Carraro, Liana Inês Guidolin Milani, Marcos Andrei Lodi, Eduardo Huber, Nei Fronza, Ernesto Hashime Kubota, Marina Bergoli Scheeren, Marcelo Alexandre Rodrigues e Sabrina Ferreira pelo inestimável auxílio durante a realização deste trabalho.

À compreensão de minha esposa, Alcimone, e minha filha Carolina, pelas muitas noites de ausência, quando estava em Santa Maria.

Aos meus pais e todos os meus amigos, agradeço pelo apoio.

Aos professores e funcionários do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos e aos colegas da Sadia, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Produtos cárneos emulsionados.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Mortadela.....</b>	<b>15</b>
2.2.1 Classificação de Mortadela.....	16
<b>2.3 Lipídeos e ácidos graxos.....</b>	<b>17</b>
2.3.1 Ácidos graxos saturados.....	19
2.3.2 Ácidos graxos ômega-6.....	20
2.3.3 Ácidos graxos ômega-3.....	21
<b>2.4 Utilização de óleos vegetais em emulsões cárneas.....</b>	<b>22</b>
<b>2.5 Óleo de Canola.....</b>	<b>24</b>
<b>2.6 Óleo de Linhaça.....</b>	<b>26</b>
<b>2.7 Azeite de Oliva.....</b>	<b>28</b>
<b>2.8 Óleo de Soja.....</b>	<b>30</b>
<b>2.9 Colesterol.....</b>	<b>31</b>
<b>2.10 Oxidação lipídica.....</b>	<b>32</b>
2.10.1 Oxidação catalisada por enzimas.....	33
2.10.2 Fotoxidação.....	33

2.10.3 Autoxidação.....	34
<b>3 ARTIGOS CIENTÍFICOS</b>	
<b>3.1 ARTIGO 1</b>	
<b>PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS, QUALIDADE NUTRICIONAL E TEOR DE COLESTEROL DE MORTADELA ELABORADA COM ÓLEOS VEGETAIS.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2 ARTIGO 2</b>	
<b>EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DA GORDURA SUÍNA NAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE, ESTABILIDADE OXIDATIVA E MICROESTRUTURA DE MORTADELA.....</b>	<b>56</b>
<b>4 DISCUSSÃO.....</b>	<b>88</b>
<b>5 CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>95</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>97</b>

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos  
Universidade Federal de Santa Maria

### AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA ADIÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS COMO SUBSTITUTOS DE GORDURA ANIMAL EM MORTADELA

AUTOR: João Felipe Ferraz Yunes

ORIENTADOR: Nelcindo Nascimento Terra

CO-ORIENTADOR: Ernesto Hashime Kubota

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 25 de fevereiro de 2010.

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de mortadela utilizando óleos de canola, soja, oliva e linhaça, em dois diferentes níveis de substituição (50% e 100%) como opções de substituição à gordura suína e a avaliação quanto à composição de ácidos graxos, qualidade nutricional, teor de colesterol, características de qualidade, estabilidade oxidativa e microestrutura dos produtos. No primeiro experimento foram determinadas a composição em ácidos graxos, relação entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados (poliinsaturados/saturados) e teor de colesterol dos tratamentos controle (P), linhaça a 50% (L1), linhaça a 100% (L2), canola a 50% (C1), canola a 100% (C2), oliva a 50% (O1), oliva a 100% (O2), soja a 50% (S1) e soja a 100% (S2). Os resultados apresentaram um aumento expressivo na quantidade de ácidos graxos poliinsaturados nos tratamentos com óleos vegetais. Para os ácidos graxos saturados de uma forma geral, o controle (P) apresentou quantidades maiores e os tratamentos com óleo de canola as menores quantidades. A relação poliinsaturados/saturados foi maior para todos os tratamentos em relação ao controle, e os teores de colesterol foram menores em todos os tratamentos comparativamente ao controle. No segundo experimento, foi avaliado o efeito da substituição dos óleos vegetais de canola, linhaça, oliva e soja em dois diferentes níveis de substituição (50% e 100%) nas características de qualidade, na estabilidade oxidativa (TBARS), e microestrutura dos tratamentos. Todos os tratamentos apresentaram valores físico-químicos satisfatórios e em acordo com a legislação, boa aceitação sensorial pelo painel teste, valores de textura e cor pelos respectivos aparelhos adequada, contagem microbiológica de mesófilos totais e bactérias lácticas sem diferença significativa entre controle e tratamentos com óleos vegetais e boa estabilidade lipídica durante o período de armazenamento. Nas micrografias não foram evidenciadas alterações na emulsão, sendo possível estabelecer correlação com a quantidade de gordura visualizada nas imagens e o valor obtido pelo método analítico.

**Palavras-chave:** ácidos graxos; colesterol; gordura suína; mortadela; óleo de canola; óleo de linhaça; óleo de soja; óleo de oliva.



## ABSTRACT

Master Degree Dissertation  
Post-Graduate Program in Science and Food Technology  
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

### AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA ADIÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS COMO SUBSTITUTOS DE GORDURA ANIMAL EM MORTADELA

(EVALUATION OF THE EFFECT OF USING VEGETABLE OILS AS FAT REPLACERS  
IN MORTADELLA)

AUTHOR: João Felipe Ferraz Yunes

ADVISER: Nelcindo Nascimento Terra

CO-ADVISER: Ernesto Hashime Kubota

Place and Date of defense: Santa Maria, February 25<sup>th</sup>, 2010.

The goal of this work was to develop mortadellas replacing porcine fat with canola, linseed soy and olive oils, using two different substitution levels (50% and 100%) and its evaluation based on fatty acids profile, nutritional quality, cholesterol amount, quality characteristics, oxidative stability and microstructure profiles. In the first experiment it was determined the fatty acid composition, the proportion between PUFA (polyunsaturated fatty acids)/SFA (saturated fatty acids) and also cholesterol content of the treatments control (P), linseed 50% (L1), linseed 100% (L2), canola 50% (C1), canola 100% (C2), olive 50% (O1), olive 100% (O2), soy 50% (S1) e soy 100% (S2). The PUFA content had increased in all treatments with vegetable oils. For SFA, the control (P) had shown higher amounts and the treatments with canola oil had shown lower amounts. The treatments with vegetable oils also had shown higher ratio PUFA/SFA in comparison to control, and its cholesterol content were comparatively lower comparing to the control. About the second experiment, it was evaluated the substitution effect the oils of canola, linseed, olive and soy using two different substitution levels (50% and 100%) replacing porcine fat. This evaluation was based on quality characteristics, oxidation stability (TBARS value), and microstructure. All treatments had shown appropriated values regarding chemical and physicals parameters, in agreement with the Brazilian food legislation, good sensory scores, good texture and color profiles measured by devices, microbiological counting similar between control and other treatments and good stability against oxidation during shelf life. About the microstructure profile, any change in the emulsion had not been found. It is possible to find a correlation between the amount of fat seen in the pictures and the value obtained by the analytic method.

**Key words:** canola oil; cholesterol; fatty acids; linseed oil; mortadella; olive oil; porcine fat; soy oil.

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de gordura animal nas formulações de embutidos cárneos tem sido cada vez mais custosa e passível de questionamentos. O elevado custo econômico, e, principalmente, seu potencial para elevar o risco de doenças cardiovasculares são alguns dos fatores restritivos ao uso de lípides de origem animal nas formulações. O conteúdo elevado de colesterol tem sido reportado por diversas vezes, bem como sua baixa qualidade nutricional, na maioria dos casos.

Organismos internacionais de saúde têm preconizado menores ingestões de gorduras de origem animal, particularmente devido ao seu elevado conteúdo de ácidos graxos saturados e colesterol, como um meio de prevenir doenças cardiovasculares.

Segundo Muguerra *et al.* (2001), os produtos cárneos tradicionais apresentam alguns aspectos negativos do ponto de vista nutricional, como consequência, entre outras razões, do seu elevado teor em gorduras animais. O alto teor de colesterol e os baixos teores de ácidos graxos ômega-3 ( $\omega$ -3) e ômega-6 ( $\omega$ -6), demonstrados por este tipo de gordura são fatores para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (ENSER *et al.*, 2000). Uma possibilidade para reduzir os efeitos deletérios do alto teor de gorduras saturadas é a substituição parcial de gordura suína, usualmente do costado, por outros ingredientes compatíveis (MUGUERZA *et al.*, 2001). Muitos pesquisadores têm desenvolvido, especialmente em produtos cárneos cozidos, substitutos para a gordura animal como carragenas (TRIOUS *et al.*, 1994), gomas, (MITTAL e BARBUTT, 1993), água (AHMED *et al.*, 1990; SYLVIA *et al.*, 1994; SMALL *et al.*, 1995). Os óleos vegetais também têm sido usados como substitutos parciais de gordura suína em salsichas e outros tipos de embutidos cárneos (PANERAS e BLOUKAS, 1994; AMBROSIADIS, VARELTZIS e GEORGAKIS, 1996; VALENCIA *et al.*, 2008), gerando produtos com perfil de ácidos

graxos e teores de colesterol mais adequados nutricionalmente que os produtos tradicionais (LU *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2008). Entretanto, não raro, efeitos sobre a qualidade sensorial dos produtos têm sido observados (MUGUERZA *et al.*, 2001). A redução de gordura tem sido relacionada com o aumento da firmeza e suculência (PARK *et al.*, 1989). Paneras, Bloukas e Filis (1998) concluíram que salsichas com baixo teor de gordura produzidas com óleos vegetais são mais firmes e menos suculentas que as tradicionais, concomitantemente observaram não haver impacto na aceitação global do produto.

As mortadelas são produtos cárneos com alto teor de lipídeos, o que pode ser notado no produto fatiado. A gordura, como em qualquer produto cárneo, serve para três funções biológicas básicas: fonte de ácidos graxos essenciais, carreador de vitaminas lipossolúveis e como fonte energia (MELA, 1990). Nos embutidos cárneos, a gordura ainda exerce a função de constituinte da emulsão cárnea, típica destes produtos, além de contribuir para o sabor, aroma, textura e suculência. A utilização de gordura pura adicionada em mortadelas pode chegar a 30%. Como aspectos promissores da utilização de gorduras vegetais, destacam-se seu menor custo econômico, seu apelo de saudabilidade, com melhor perfil de ácidos graxos e seu menor teor de colesterol.

Os óleos vegetais, se por um lado contribuem na redução de colesterol, de outro podem ser uma importante fonte de ácidos graxos essenciais. Os mais utilizados para alterar a composição lipídica dos produtos cárneos são os óleos de canola, linhaça, oliva, soja, girassol, palma, milho, algodão, entre outros. O azeite de oliva (o termo “azeite” é usualmente utilizado para óleo proveniente de frutos de arbustos, podendo o termo “óleo” ser usado indefinidamente) é o óleo vegetal mais monoinsaturado e possui alto valor biológico (CHRISTAKIS, FORDYCE, e KURTZ, 1980). Seu consumo está associado à diminuição do risco de ataque cardíaco e redução do câncer de mama (ARAVANIS e DANTAS, 1978). Logo, o uso de óleo de oliva pode ser benéfico à saúde do consumidor (PAPPA, BLOUKAS e ARVANITOYANNIS, 2000), e sua utilização em diferentes tipos de produtos cárneos tem sido reportado com sucesso (MUGUERZA *et al.*, 2001; MUGUERZA *et al.*, 2002; LURUEÑA-MARTÍNEZ, VIVAR-QUINTANA e REVILLA, 2004; DEL NOBILE *et al.*, 2009). O óleo de linhaça, por sua vez, é rico nos ácidos graxos poliinsaturados das

famílias  $\omega$ -3 ( $\alpha$ -linolênico), e em menor quantidade nos da família  $\omega$ -6 (linoléico e  $\gamma$ -linolênico). Também contém ácidos graxos monoinsaturados (palmitoléico, oléico, gadoléico, erúcico e nervônico) e saturados (cáprico, láurico, pentadecílico, palmítico, margárico, esteárico, araquídico, behênico e lignocérico) (USDA, 2007). Sua incorporação em produtos cárneos embutidos tem sido abordada em diversos trabalhos (ENSER *et al.*, 1996; SHEARD *et al.*, 2000; HOZ, *et al.*, 2004; AZCONA *et al.*, 2008, SANTOS *et al.*, 2008). Já o óleo de canola possui menores níveis de ácidos graxos saturados dentre todos os outros óleos vegetais (GIESE, 1992), podendo também ser convertido em ácidos graxos  $\omega$ -3 no organismo humano (GUSTAFSSON *et al.*, 1994), além ser boa fonte do antioxidante tocoferol (NYDAHL *et al.*, 1995). Seu uso em produtos cárneos tem sido mostrado por diversos autores (PELSER *et al.*, 2007; YOUSSEF e BARBUT, 2009). Por fim, o óleo de soja é uma importante fonte de ácidos graxos essenciais como o ácido linoléico C (18:2) e o ácido  $\alpha$ -linolênico C (18:3), os quais não podem ser sintetizados pelo organismo humano, devendo, desta forma, ser obtidos através da dieta (MUGUERZA, ANSOARENA e ASTIASARÁN, 2003). Os Mesmos autores reportaram ainda o aumento dos ácidos graxos  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6 em *Chorizo de Pamplona* elaborado com óleo de soja em sua formulação.

O menor custo, o maior rendimento, melhor qualidade nutricional e disponibilidade dos óleos vegetais, especialmente no território brasileiro, cujos aspectos climáticos favorecem a produção dos quatro óleos estudados, motivam sua aplicação como substituto da gordura animal. Este fato, aliado ao vasto consumo da mortadela no Brasil, justifica a utilização de óleos vegetais como substituto às gorduras animais na produção deste embutido.

Com base nas afirmações descritas, o objetivo geral do presente trabalho foi desenvolver mortadela substituindo a gordura animal por óleos vegetais e com avaliação das formulações desenvolvidas em relação à sua qualidade nutricional e tecnológica. Os objetivos específicos foram:

- ✓ Formular mortadela com quatro tipos de óleos vegetais em dois níveis de substituição da gordura suína;

- ✓ Caracterizar a composição dos ácidos graxos dos tratamentos, correlacionando com sua qualidade nutricional;
- ✓ Avaliar o teor de colesterol em cada tratamento;
- ✓ Analisar o produto cárneo durante o período de armazenamento, sob parâmetros físico-químicos, sensoriais e microbiológicos;
- ✓ Avaliar a estabilidade oxidativa dos produtos durante o período de armazenamento;
- ✓ Avaliar os parâmetros sensoriais de textura e cor de cada produto, via aparelho instrumental;
- ✓ Avaliar por microscopia eletrônica de varredura (M.E.V), a matriz alimentícia resultante nos produtos elaborados.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Produtos cárneos emulsionados

No passado, a fabricação de embutidos emulsionados era considerada mais uma arte do que uma ciência. No entanto, com o crescimento da industrialização de carnes e sua relevância econômica, tornou-se necessário um maior entendimento dos princípios envolvidos na elaboração destes produtos, visto que novas tecnologias e equipamentos promoveram novas e eficazes maneiras de expor as proteínas, para, após, emulsificá-las com a gordura.

Os produtos cárneos emulsionados, como as salsichas e as mortadelas, são bastante populares, sendo consumidos tanto a nível doméstico como no mercado de alimentação rápida, representando um importante segmento da industrialização de carnes. Estima-se que o consumo per capita seja de aproximadamente 5 kg de produtos cárneos emulsificados, mostrando fazer parte integrante da nossa dieta e ter considerável importância em nossa economia (OLIVO e SHIMOKOMAKI, 2006).

Uma emulsão pode ser definida como sendo uma suspensão coloidal de dois líquidos imiscíveis mas que, no entanto, mantêm-se dispersos um no outro, pela ação de um agente emulsificante interfacial em alimentos que é a proteína. Quando a carne, gordura, água e sal são misturados e submetidos à alta velocidade de cominuição, uma massa homogênea é formada, com características de emulsão, visto que os três componentes básicos para formá-la estão presentes (água, gordura e proteína). A formação da emulsão consiste de duas transformações relacionadas: (1) Entumescimento das proteínas e formação da matriz viscosa, e (2) emulsificação das proteínas solubilizadas com os glóbulos de gordura e água (HEDRICK *et al.*, 1994). A proteína cárnea, especialmente a miofibrilar, por possuir uma porção hidrofóbica (apolar) e outra hidrofílica (polar) atua na interface entre a gordura e a água, permitindo a formação da emulsão. No mercado brasileiro, os produtos emulsionados de maior destaque são: mortadelas, salsichas, patês, lanches, sendo o primeiro, o de maior demanda.

Entre os embutidos mais consumidos no Brasil, encontra-se a mortadela, cujo consumo vem crescendo anualmente. Apesar de ser bastante popular, antigamente a mortadela tinha um conceito de ser um produto barato e consumido por pessoas de baixa renda. Contudo, com o passar dos anos, a mortadela ganhou adeptos em todas as camadas sociais do Brasil, tornando-se um produto requintado, sendo conhecida pela cor rósea, sabor delicado, massa fina, aroma suave e como ingrediente de lanches. O preço acessível e as características próprias de condimentação são os principais fatores que elevaram a procura pela mortadela no território nacional.

## 2.2 Mortadela

Entende-se por Mortadela “o produto cárneo industrializado, obtido de uma emulsão das carnes de animais de açougue, acrescido ou não de toucinho, adicionado de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, em diferentes formas e submetido ao tratamento térmico adequado” (BRASIL, 2000).

No Brasil, os produtos de salsicharia, em seu conjunto, equivalem, em relação à produção nos estabelecimentos sob inspeção federal, um total de 44,78% em relação aos demais tipos de carnes processadas (FERREIRA *et al.*, 2003). A mortadela é um embutido que demonstra claramente como o advento da tecnologia dos produtos cárneos possibilitou o acesso à proteína cárnea de um contingente populacional que não tinha condições de suprir a quantidade mínima diária recomendada de proteína consumindo carne *in natura*. A família das mortadelas, por sua excelente relação custo/benefício, representa expressiva parcela do total do volume comercializado de produtos cárneos emulsionados (OLIVO, 2006).

O processamento da mortadela compreende as etapas de pesagem e seleção de ingredientes e matérias primas, moagem e cominuição das carnes, pré-mistura das matérias primas e ingredientes, emulsificação, mistura de toucinho (se houver), embutimento, cozimento e defumação (se houver), resfriamento e embalagem. Um

aspecto importante refere-se à emulsificação, a qual pode ser feita por dois princípios: emulsificação com cutters ou com emulsificadores, sendo a seleção de qual processo a ser utilizado, dependerá do tipo de mortadela a ser produzida. Geralmente para produtos com menor qualidade utilizam-se os emulsificadores e para mortadelas de qualidade superior, utilizam-se os cutters (OLIVO, 2006) .

### 2.2.1 Classificação de Mortadela

A legislação brasileira (BRASIL, 2000) prevê cinco classificações de mortadela:

O produto denominado mortadela pode ser adicionado de carne mecanicamente separada, até o limite máximo de 60% do total de carnes utilizadas, miúdos comestíveis de diferentes animais de açougue (estômago, corações, língua, fígado, rins, miolos), pele e tendões no limite máximo de 10% e gorduras.

a) Mortadela Tipo Bologna - Carnes Bovina e/ou suína e/ou ovina e carnes mecanicamente separadas até o limite máximo de 20%, miúdos comestíveis de bovino e/ou suíno e/ou ovino (Estômago, Coração, Língua, Fígado, Rins, Miolos), pele e tendões no limite de 10% (máx.) e gorduras.

b) Mortadela Italiana - Porções musculares de carnes de diferentes espécies de animais de açougue e toucinho, não sendo permitida a adição de amido.

c) Mortadela Bologna - Porções musculares de carnes bovina e/ou suína e toucinho, embutida na forma arredondada, não sendo permitida a adição de amido.

d) Mortadela de Carne de Ave - Carne de ave, carne mecanicamente separada, no máximo de 40%, até 5% de miúdos comestíveis de aves (Fígado, Moela e Coração) e gordura.



## 2.3 Lipídios e ácidos graxos

A palavra ômega será convenientemente designada pelo símbolo  $\omega$ ). Os óleos e gorduras são substâncias insolúveis em água (hidrofóbicas), de origem animal, vegetal ou mesmo microbiana, formadas predominantemente de produtos de condensação entre glicerol e ácidos graxos, chamados triglicerídeos. A diferença entre óleos (líquidos) e gorduras (sólidas), à temperatura ambiente, reside na proporção de grupos acila saturados e insaturados presentes nos triglicerídeos, já que os ácidos graxos correspondentes representam mais de 95% do peso molecular dos seus triacilgliceróis. A resolução n° 20/77 do CNNPA (Conselho nacional de normas e padrões para alimentos) define a temperatura de 20 °C como o limite inferior para o ponto de fusão das gorduras, classificando como óleo quando o ponto de fusão situa-se abaixo de tal temperatura. As gorduras animais, como a banha, o sebo comestível e a manteiga, são constituídas por mistura de triacilgliceróis que têm a quantidade de acilas saturados maior que os insaturados. O termo gordura é o mais empregado e usualmente utilizado quando o estado físico não tem maior importância. O termo azeite é utilizado para óleos provenientes de frutos, como por exemplo, azeite de oliva, azeite de dendê (MORETTO e FETT, 1998).

Os ácidos graxos livres, componentes naturais das gorduras ocorrem em quantidades geralmente pequenas. No entanto possuem uma participação importante na constituição das moléculas dos glicerídeos e de alguns não glicerídeos, que chegam a representar 96% do peso destas moléculas e, assim contribuem nas propriedades mais características dos diferentes óleos e gorduras. Os ácidos graxos podem ocorrer na natureza na forma livre ou esterificada, sendo que a maior parte dos ácidos graxos encontra-se esterificada com o glicerol, formando os triglicerídeos ou triacilgliceróis, componentes dos óleos e gorduras comestíveis (MORETTO e FETT, 1998).

As propriedades físico-químicas e nutricionais dos lipídeos dependem basicamente dos ácidos graxos, principalmente do número de carbonos na cadeia, a posição dos ácidos graxos e o número das insaturações presentes. Com raras exceções, os ácidos graxos são monocarboxílicos e possuem um número par de

átomos de carbono, dispostos em uma cadeia linear. Nos ácidos graxos saturados, os átomos de carbono estão ligados entre si por ligações simples (ligação  $\sigma$ ), e nos ácidos graxos insaturados por ligações simples e duplas (ligação  $\pi$ ). De acordo com o número de insaturações, os ácidos graxos são denominados, mono, di, tri e poliinsaturados. Os ácidos graxos diferenciam-se entre si pelo número de átomos de carbono, e o número de insaturações presentes, sendo que as ligações duplas estão presentes na cadeia na forma não conjugada, frequentemente separadas entre si por grupos metila. Se as unidades da molécula estão do mesmo lado da ligação dupla, a configuração é denominada cis. Porém, a configuração cis pode converter-se no isômero trans, nos processos oxidativos, em processos de hidrogenação e em aquecimentos prolongados (MORETTO e FETT, 1998).

Como a ligação dupla impede a livre rotação dos átomos de carbono envolvidos, ela determina a formação de dois segmentos na cadeia hidrocarbonada, os quais, como no caso do ácido oléico, podem situar-se do mesmo lado (configuração cis), gerando uma cadeia praticamente dobrada. No caso do ácido elaídico, estes dois segmentos situam-se em lados opostos (configuração trans) e isso mantém a cadeia praticamente linear. Nos exemplos citados, podemos constatar a decisiva influência do comprimento da cadeia hidrocarbonada, do número das insaturações e da configuração (cis ou trans) no ponto de fusão dos ácidos graxos. Enquanto o ácido caprílico, com oito átomos de carbono possui ponto de fusão de 16,7 °C, o ácido palmítico, com o dobro de átomos de carbono, possui ponto de fusão de 63,1 °C. Já o ácido oléico, com dezoito átomos de carbono, possui seu ponto de fusão rebaixado, devido às insaturações presentes. No ácido linoléico, devido à presença de duas insaturações, seu ponto de fusão é de - 5 °C. O ácido elaídico, que difere do oléico, por apresentarem uma configuração trans, e por consequência, uma cadeia quase linear, tem seu ponto de fusão elevado para 44 °C. Os ácidos graxos mais comuns na natureza são conhecidos pelos seus nomes comuns como o ácido butírico, cáprico, láurico, mirístico, palmítico, esteárico, araquídico e behênico, entre os saturados, e entre os insaturados, o oléico, linoléico, linonênico, araquidônico e erúcico (MORETTO e FETT, 1998).

No sistema de nomenclatura oficial, o número de átomos de carbono, é indicado por um prefixo grego. Os ácidos láurico (C=12), mirístico (C=14), palmítico

(C=16), esteárico (C=18), araquídico (C=20) e behênico (C=22), por exemplo, são indicados pelos prefixos dodeca, tetradeca, hexadeca, octadeca, eicosa e docosa. Os ácidos graxos saturados são designados pelo prefixo anóico e os insaturados por enóico para os mono, dienóico para os di, trienóicos para os tri-insaturados. A posição da ligação dupla na cadeia carbônica é definida por um número arábico, atribuindo-se o número 1 ao carbono da carboxila ou da carbonila da função éster correspondente ao ácido graxo. O ácido linoléico C (18:2), por exemplo, é denominado oficialmente de ácido 9(Z), 12(Z)-octadecadienóico. A estrutura de um ácido graxo pode também ser indicada mediante uma notação simplificada, na qual se escreve o número do átomos de carbono seguido de dois pontos e depois um número que indica quantas ligações duplas estão presentes na molécula. O ácido linoléico (C=18), nesse caso, seria representado por 18:2 ou C (18: 2) (MORETTO e FETT, 1998).

Ultimamente, principalmente nas áreas de nutrição e bioquímica, verifica-se uma tendência em agrupar os ácidos graxos insaturados em famílias conhecidas como  $\omega$  (mega) . Entre elas aparecem as famílias  $\omega$ -9 tendo como principal representante ácido oléico,  $\omega$ -6, representada pelos ácidos linoléico e  $\gamma$ -linolênico, e  $\omega$ -3, representado pelo ácido  $\alpha$ -linolênico (MORETTO e FETT, 1998).

### 2.3.1 Ácidos graxos saturados

A ausência de ligações duplas na cadeia de grupos acila, contribui para que óleos e gorduras que contém quantidades apreciáveis desta unidade de ácidos graxos, sejam mais estáveis mediante ao processo degradativo da rancidez autooxidativa. Os ácidos graxos com cadeia inferior a dez átomos de carbono são líquidos a temperatura ambiente e aqueles com dez ou mais são sólidos, havendo um aumento na temperatura gradativo, à medida que o comprimento da cadeia aumenta. Ácidos graxos com mais de 24 átomos de carbono, raramente são encontrados em óleos comestíveis, sendo mais comuns em ceras (MORETTO E FETT, 1998).

Os triacilgliceróis que contêm grupos acila de ácidos graxos saturados de cadeia média (C=8 e C=10), também conhecidos por TCM (triglicerídios de cadeia média), são utilizados por pessoas que têm deficiência da enzima lipase, produzida no pâncreas. Os TCM, após serem absorvidos sob a forma de triacilgliceróis, são hidrolisados e os ácidos caprílico e cáprico liberados e transportados rapidamente para o fígado via sistema venoso, ao invés do sistema linfático, como ocorre com os outros ácidos graxos. A carne é uma das maiores fontes de ácidos graxos saturados na dieta humana, e sua ingestão tem sido relacionada ao aparecimento de tumores e doenças cardíacas (WOOD *et al.*, 2003). O baixo valor para a relação ácidos graxos poliinsaturados /ácidos graxos saturados, mostra que altos teores de gordura saturada são fatores negativos que favorecem o aparecimento de patologias, como doenças cardíacas (ENSER *et al.* 1996).

### 2.3.2 Ácidos graxos ômega-6

Os ácidos graxos insaturados mais importantes desta família são o linoléico C (18:2) (9,12),  $\gamma$ -linolênico C (18:3) (9, 12, 15) e araquidônico C (20:4) (5, 8, 11, 14). O metabolismo humano pode biossintetizar ácidos graxos saturados e insaturados da família  $\omega$ -9, porém não produz os ácidos graxos insaturados da família  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3. Ácido linoléico, do ponto de vista nutricional é considerado um ácido graxo essencial. Entre as principais fontes de ácido linoléico, estão as sementes produzidas por plantas, como girassol, soja e milho (MORETTO e FETT, 1998).

O ácido  $\gamma$ -linolênico é um ácido graxo essencial, possuindo várias funções importantes, dentre elas, a formação de prostaglandina E1 (3, 5). Seu uso é recomendado no tratamento de tensão pré-menstrual, osteoporose, processos inflamatórios e na pressão sanguínea alta. Este ácido vem sendo extraído de plantas, principalmente a prímula, mas determinados microrganismos podem ser bons produtores, o que acarretaria algumas facilidades, como o não uso de grandes áreas de plantio.

### 2.3.3 Ácidos graxos ômega -3

Na década de 70, pesquisadores, instigados pela baixa incidência de doenças cardiovasculares entre a etnia Inuit da Groenlândia, iniciaram os estudos sobre as propriedades nutricionais dos ácidos graxos poliinsaturados  $\omega$ -3. Os inuits consomem grandes quantidades de óleos de peixes e mamíferos marinhos, os quais possuem grandes quantidades de ácidos graxos  $\omega$ -3. A observação de que emigrantes da Groenlândia apresentavam as mesmas incidências de doenças cardiovasculares que a população nativa, eliminaram as possibilidades de proteção genética (PELSER *et al.*, 2007). A baixa incidência de doenças coronarianas entre os inuits está associada com o alto teor de ácidos graxos  $\omega$ -3 em sua dieta (BANG e DYERBERG, 1971; BJERRGAARD, PEDERSEN e MULVAD, 2000). Foi reportado também que os ácidos graxos poliinsaturados  $\omega$ -3 também têm efeito de proteção com os tumores mais comuns, como o de mama e cólon (ROSE e CONNOLLY, 1999).

O ácido  $\alpha$ -linolênico é o bioprecursor da família  $\omega$ -3. As bioreações de alongamento da cadeia de carbono e desidrogenação geram os ácidos EPA (ácido  $\alpha$ -linolênico 5(Z), 8(Z), 11(Z), 4(Z), 7(Z)-eicosapentaenóico e DHA (4(Z), 7(Z), 10 (Z), 3 (Z), 16 (Z), 19 (Z) docosahexaenóico, outros dois representantes desta família (MORETTO e FETT, 1998).

Fontes de  $\omega$ -3, as gorduras animais também constituem as principais fontes dos ácidos graxos saturados, sendo as gorduras e óleos vegetais fontes de ácidos graxos insaturados  $\omega$ -9 e poliinsaturados  $\omega$ -6. Os óleos de soja, canola e de peixes de água doce, por sua vez, são fontes do ácido  $\alpha$ -linolênico ( $\omega$ -3). Atualmente os únicos alimentos que aparecem como fontes expressivas de ácidos graxos da família  $\omega$ -3 com maior número de insaturações (EPA e DHA) são os peixes e crustáceos. Entre os óleos vegetais comestíveis produzidos em larga escala, os óleos de soja e canola apresentam um conteúdo de ácido  $\alpha$ -linolênico, o que, de acordo com a variedade, clima, solo e outros fatores, podem variar de 5 a 10% do total de sua composição em ácidos graxos. Estes óleos aparecem como únicas fontes de óleos vegetais comestíveis que contém ácido  $\alpha$ -linolênico em maiores

quantidades. Os óleos de soja e canola, por conter quantidades maiores de ácido  $\alpha$ -linolênico que os demais óleos vegetais comestíveis, são mais susceptíveis ao processo de deterioração pelo processo de rancidez autoxidativa (MORETTO e FETT, 1998).

Como a carne e seus derivados são uma das mais importantes fontes da dieta, alterações no perfil lipídico destes produtos, enriquecendo com ácidos graxos poliinsaturados  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6 podem elevar a qualidade nutricional destes alimentos (ANSORENA e ASTIASARAN, 2004). Os dois principais parâmetros utilizados para aferir a qualidade nutricional da fração lipídica dos alimentos são os quocientes entre os ácidos graxos poliinsaturados e saturados (poliinsaturados/saturados) e entre os ácidos graxos  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3 (PELSER *et al.*, 2007).

#### **2.4 Utilização de óleos vegetais em emulsões cárneas**

A carne e os produtos cárneos são importantes por suas características nutricionais e sensoriais. Além disso, a carne é muito importante devido às propriedades tecnológicas de suas proteínas. A quantidade de gordura na formulação dos produtos cárneos, seu nível de saturação e sua composição de ácidos graxos são os fatores de maior importância para a qualidade do produto e para a saúde do consumidor (ZORBA e KURT, 2006). Os impactos negativos do consumo de gordura de origem animal na saúde humana têm motivado o desenvolvimento de alimentos cárneos funcionais (ARIHARA, 2008) e vários estudos recentes têm focado na substituição da gordura animal com óleos vegetais objetivando a melhoria da qualidade nutricional dos produtos cárneos (AMBROSIADIS *et al.*, 1996; PAPPA *et al.*, 2000). Óleos como o de linhaça, oliva e soja alteram o perfil de ácidos graxos dos produtos, como linguiças fermentadas (MUGUERZA *et al.*, 2001; MUGUERZA, ANSORENA e ASTIASARÁN, 2003; ANSORENA e ASTIASARÁN, 2004).

É frequente consumidores associarem a gordura com uma imagem negativa, de possuir alta quantidade de colesterol e ser promotor de câncer e doenças do

coração. A gordura de costado suína, ou toucinho, como é popularmente conhecida, é conhecida como uma gordura “dura” do tecido adiposo da região dorso-abdominal do animal, entre o músculo *Longissimus dorsi* e a pele. Seu alto teor em ácidos graxos saturados justifica seu largo uso na manufatura dos produtos cárneos devido ao seu efeito no sabor e textura do produto final (OSPINA-E *et al.*, 2009). Os óleos vegetais possuem um maior teor de ácidos graxos poliinsaturados, o que pode ocasionar problemas tecnológicos e sensoriais ao produto, bem como serem mais susceptíveis ao processo oxidativo (MAW *et al.*, 2003). Muitos estudos têm demonstrado que a simples redução da quantidade de gordura animal nos produtos cárneos pode trazer problemas sensoriais, entre os quais o aumento da firmeza (FOEGEDING e RAMSEY, 1986; PARK *et al.*, 1989) e redução da suculência (PARK *et al.*, 1989).

Paneras, Bloukas e Fillis (1998) estudaram que linguiças com baixo teor de gordura, elaboradas com óleos vegetais eram mais firmes e menos suculentas, sem, porém, afetar a aceitação global do produto. Em outras palavras as qualidades nutricionais e tecnológicas do toucinho, são inversamente proporcionais (HUGO e ROODT, 2007).

Na busca por alternativas para substituir a gordura suína, alguns aspectos devem ser considerados, tais como cor, consistência, estabilidade oxidativa, sabor, teor de ácidos graxos poliinsaturados, índice de insaturações, firmeza, ponto de fusão e composição em ácidos graxos (OSPINA-E *et al.*, 2009).

Jiménez-Colmenero, Carballo e Cofrades (2001) preconizam a adição de ácidos graxos mono e poliinsaturados no desenvolvimento de produtos cárneos funcionais em substituição à gordura animal. Vários estudos têm mostrado várias alternativas à gordura animal, como maltodextrina, hidrocolóides, amidos, fibras e óleos vegetais, sendo os resultados dependentes da composição do produto e dos níveis utilizados (MUGUERZA *et al.*, 2001; OSPINA-E *et al.*, 2009). Muitos trabalhos têm utilizado a pré-estabilização da gordura com proteína de soja, o que pode criar o inconveniente de somar processos paralelos à produção dos embutidos (OSPINA-E *et al.*, 2009).

A utilização de óleos vegetais tem sido relacionada com a textura, capacidade emulsificante e estabilidade dos produtos cárneos. Como a gordura animal exerce um papel importante no processamento e característica dos produtos cárneos, há dúvidas sobre a quantidade máxima de gordura animal da formulação que pode ser substituída, sob pena de perda de qualidade do produto. Óleos vegetais podem causar problemas de qualidade, dependendo de qual produto cárneo que será elaborado e do nível de substituição da gordura animal. Logo, novos estudos são necessários focando novos óleos vegetais, determinando o nível de substituição mais adequado e seu impacto na qualidade dos produtos. O efeito de cada óleo, em um produto que possui entre suas características a gordura, agregará novos desenvolvimentos na fabricação das emulsões cárneas (ZORBA e KURT, 2006).

A qualidade nutricional da fração lipídica de um alimento pode ser alterada de acordo com seu perfil de ácidos graxos, o qual por sua vez pode ser alterado através da alimentação de animais com dietas ricas em ácidos graxos poliinsaturados, como óleo de peixe, óleo de linhaça e óleo de soja, bem como pode ser efetuada também no processamento, adicionando óleo de origem vegetal nas formulações, substituindo a gordura animal, usualmente saturada (VALENCIA *et al.*, 2008). Esta última alternativa foi a utilizada no presente trabalho.

## 2.5 Óleo de Canola

Conhecida pelo homem desde os tempos remotos, sabe-se que o cultivo da canola remonta à era cristã. A colza, outra designação pela qual a canola era conhecida, no entanto, somente passou a despertar interesse como fonte de óleo comestível a partir da década de 60. Nessa época, graças a um bem sucedido programa de melhoramento genético, fruto do desenvolvimento da biotecnologia, os laboratórios canadenses conseguiram obter uma planta com baixo teor em ácido erúico e glucosilatos. Mas a *Brassica nabus* e *Brassica campestris* só se transformaram em canola em 1974, na Universidade de Manitoba, Canadá, quando se obteve a planta com menos de 2% de ácido erúico e menos de 30 micromoles



de glucosinolatos, da qual se pode extrair o óleo ideal para consumo humano (MORETTO e FETT, 1998).

O nome canola (*Canadian Oil Low Acid*) foi oficialmente aceito pela *Canadian Grain Commission* em 1987. O cultivo da canola começou a se alastrar e hoje a oleaginosa é cultivada em vários países. Mais de uma década após as primeiras experiências com o cultivo da canola, o Brasil finalmente tornou-se produtor desta oleaginosa que é a primeira na preferência dos japoneses, canadenses e americanos para a produção e consumo. A explicação para a grande aceitação e o rápido consumo de óleo de canola é simples: as vantagens segundo pesquisas médicas feitas em todo o mundo, não se relacionam somente aos baixos índices de gordura saturada contido no produto, apenas 6%, para 15% do óleo de soja e 11% do óleo de girassol, por exemplo, mas também ao fato de conter elevados teores de gorduras insaturadas que podem, preventivamente, reduzir os riscos de doenças cardiovasculares e circulatórias (MORETTO e FETT, 1998). O óleo de canola possui os menores níveis de ácidos graxos saturados e ácido linolênico dos que os demais óleos vegetais, além de poder ser convertido em ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 no corpo. É também uma importante fonte do antioxidante tocoferol, quando comparado com o óleo de soja (GUSTAFSSON *et al.*, 1994).

A boa composição nutricional do óleo de canola e suas boas propriedades tecnológicas, motivaram diversos trabalhos baseados na aplicação deste óleo nos produtos cárneos. Zorba e Kurt (2006) demonstraram as propriedades tecnológicas do óleo de canola quando este é aplicado em emulsões cárneas de bovino, frango e suíno.

Youssef e Barbut (2009) demonstraram que emulsões cárneas elaboradas com óleo de canola apresentaram maior estabilidade da emulsão e dureza que emulsões elaboradas com gordura bovina. No mesmo estudo, micrografias mostraram que os glóbulos de óleo de canola são mais diminutamente cominuídos quando comparados à gordura bovina, o que sugere uma maior superfície a ser encapsulada, aumentando seu perfil de textura.

## 2.6 Óleo de Linhaça

A linhaça (*Linum usitatissimum L.*) é a semente do linho, planta pertencente à família das Lináceas, que tem sido cultivada há cerca de 4000 anos nos países mediterrâneos. É uma semente com várias aplicações, podendo ser usada como matéria-prima para produção de óleo e farelo de linhaça (MARQUES, 2008). O óleo é usado pelas indústrias na fabricação de tintas, vernizes e resinas, já o farelo é vendido para fábricas de rações animais. Também estão em desenvolvimento processos que incluem o óleo de linhaça em rações, de forma que os produtos para consumo humano como a carne, ovos, leite, possam estar enriquecidos com ácidos graxos  $\omega$ -3 (TURATTI, 2001). As sementes também são utilizadas como complemento alimentar, sendo adicionadas a pães, bolos e biscoitos. No Brasil, a linhaça é amplamente cultivada principalmente na região central do Rio Grande do Sul. O grão de linhaça é composto por até 35% de lipídios, sendo rico nos ácidos graxos poliinsaturados das famílias  $\omega$ -3 ( $\alpha$ -linolênico), e em menor quantidade dos da família  $\omega$ -6 (linoléico e  $\gamma$ -linolênico). Também contém ácidos graxos monoinsaturados (palmitoléico, oléico, gadoléico, erúcico e nervônico) e saturados (cáprico, láurico, mirístico, palmítico, margárico, esteárico, araquídico, behênico, e lignocérico). Dentre os alimentos funcionais, a linhaça é uma das maiores fontes de ácidos graxos  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6, possuindo ainda vários nutrientes como as fibras e os compostos fenólicos, conhecidos por sua atividade antioxidante. O grão de linhaça possui tanto fibras solúveis quanto insolúveis (NORTHRUP, 2004) e é rica em ácidos graxos essenciais, com elevado teor de lipídios (32 a 38%), sendo que destes 50 a 55% são do ácido graxo insaturado  $\alpha$ -linolênico, pertencente à família  $\omega$ -3 (GÓMEZ, 2003).

Dada sua composição lipídica, muitos pesquisadores têm pesquisado a sua aplicação em embutidos. Pelsler *et al.* (2007) notaram que em salsichas elaboradas com óleo de linhaça apresentaram um elevado teor de ácidos graxos poliinsaturados, sendo isso causado pelo alto teor de ácido linolênico do óleo de linhaça, com maior relação poliinsaturados/saturados. Devido à sua alta composição

em ácidos graxos poliinsaturados, os produtos que contêm óleo de linhaça em sua composição podem ser mais susceptíveis ao processo de rancificação.

Pelser *et al.* (2007) estudaram que os índices de peróxido em linguiças fermentadas foram maiores nos produtos com óleo de linhaça comparados àqueles que utilizaram óleo de canola. Segundo os mesmos autores, este fato deve-se muito provavelmente ao alto teor de ácido linolênico no óleo de linhaça, pois os ácidos graxos poliinsaturados  $\omega$ -3 são mais susceptíveis à oxidação. Não só a adição, mas a alimentação de animais com óleo de linhaça reflete na estabilidade oxidativa dos produtos derivados. Hoz *et al.* (2004), determinaram que linguiças elaboradas com carne de animais alimentados com óleo de linhaça apresentaram maiores valores de TBARS e notas desfavoráveis perante avaliação sensorial. Já Santos *et al.* (2008) pesquisaram que presuntos curados, cujos animais precursores foram alimentados com óleo de linhaça, foram rejeitados por consumidores, além de apresentarem alto valor de TBARS. Lu *et al.* (2008) ao estudarem a composição de ácidos graxos em animais alimentados com óleo de linhaça e soja, notou um aumento nos conteúdos de ácidos linoléico e linolênico nos músculos dos animais, quando da conversão em carne. O mesmo autor verificou que no músculo cozido, o odor característico de suíno foi reduzido nos animais alimentados com óleo de linhaça. Por outro lado, alguns trabalhos demonstraram que adição do óleo de linhaça pode ser feita sem efeitos deletérios sobre a oxidação lipídica e no perfil sensorial dos produtos cárneos ao mesmo tempo em que aumentam o teor de ácidos graxos insaturados. Valencia *et al.* (2008) estudaram a aplicação de óleo de linhaça e antioxidantes em linguiças suínas e determinaram o aumento expressivo de ácido  $\alpha$ -linolênico nos tratamentos sem problemas sensoriais ou de oxidação. Tal resultado, antagônico à maioria dos estudos similares, indicam que o uso de antioxidantes pode mitigar os efeitos oxidativos do aumento do teor de ácidos graxos poliinsaturados nas formulações de produtos cárneos.

Valencia *et al.* (2008) reportaram que a adição de óleo de linhaça em linguiças suínas cozidas diminuiu o índice de ácidos graxos saturados e monoinsaturados, em detrimento ao ácido  $\alpha$ -linolênico, o qual aumenta em proporção ao aumento do óleo de linhaça. A adição de óleo de linhaça pode ser feita sem maiores problemas no processo de fabricação de embutidos, não interferindo

no processo de fermentação e/ou maturação, se houver. Além disso, a adição de óleo de linhaça aumenta a relação poliinsaturados/saturados e diminui a relação  $\omega$  - 6/  $\omega$ -3, indo de acordo com os valores preconizados como ideais. Azcona *et al.* (2008) estudaram a suplementação de óleo de linhaça e outros óleos vegetais na alimentação de aves, com avaliação sensorial posterior da carne advinda destes animais. Os autores verificaram que o teor de ácidos graxos foi alterado com relativo aumento de ácidos graxos  $\omega$ -3, sendo que a relação  $\omega$ -6/ $\omega$  -3 diminui de 9 para 4 nos tratamentos, convergindo para os valores preconizados como ideais. Foi notada também alteração sensorial da carne, embora esta não tenha sido significativa. Entretanto, em relação a sua versatilidade, alguns trabalhos têm demonstrado notas sensoriais anormais em carnes e derivados elaborados com óleo de linhaça. Assim como citado anteriormente, a oxidação e o desempenho sensorial dos produtos elaborados com óleo de linhaça parece depender de outros fatores, além da incorporação do óleo nos produtos, dada a diversidade de resultados obtidos. Neste sentido o estudo em outros produtos cárneos como a mortadela, faz-se necessário, observando a qualidade nutricional e tecnológica do óleo de linhaça.

## 2.7 Azeite de Oliva

Este azeite, muito utilizado como azeite de mesa, é proveniente das frutas da oliveira (*Olea europaea L.*). Tanto a polpa como a semente deste fruto contém óleo sendo que o óleo da semente e da polpa do fruto da oliveira são idênticos em composição. O azeite de oliva contém aproximadamente 90% de ácidos graxos insaturados, sendo o principal componente o monoinsaturado oléico C (18:1) Seu conteúdo em ácidos graxos poliinsaturados é de nível baixo, aproximadamente 10% (MORETTO e FETT, 1998).

O azeite de oliva é o mais monoinsaturado entre os óleos vegetais, contendo 56-87% de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), 8-25% de ácidos graxos saturados (SFA) e 4-22% de ácidos graxos poliinsaturados (MUGUERZA *et al.*, 2002). Além disso, o óleo de oliva possui um alto valor biológico, atribuída a sua proporção de saturados e monoinsaturados mais que qualquer outro óleo vegetal,

além de possuir substâncias antioxidantes e aproximadamente 1% de ácido  $\alpha$ -linolênico C (18:3), o qual é o precursor dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa  $\omega$ -3 (CHRISTAKIS, FORDYCE e KURTZ, 1980).

Vários autores têm estudado o efeito da substituição de óleo de origem animal por azeite de oliva, com avaliação dos aspectos nutricionais, sensoriais e tecnológicos. Muguerza *et al.* (2001) substituíram a gordura suína por 10, 15, 20, 25 e 30% de azeite de oliva, sendo que os protótipos apresentaram valores de textura e cor comparáveis aos produtos controle. O teor de ácido oléico aumentou ( $p < 0,05$ ) nas amostras com 15-30% de óleo de oliva, sendo que o teor de ácido  $\alpha$ -linolênico também foi maior nas amostras com nível de substituição de 10-25%, sendo o teor de colesterol reduzido até 22% nas salsichas com substituição de 30%.

Já Zorba e Kurt (2008) estudaram as propriedades de emulsão de carne de frango, bovino e peru adicionadas com diferentes óleos vegetais, sendo que dentre os óleos estudados, o óleo de oliva apresentou maior capacidade de emulsão. Apesar da boa aplicação tecnológica deste óleo, alterações sensoriais têm sido descritas nos produtos aplicados com óleo de oliva. Muguerza *et al.* (2002) estudaram a substituição parcial de gordura suína por óleo de oliva em linguiças fermentadas e os tratamentos apresentaram alterações de aspecto, com alta perda de peso de maturação e formação e película excessiva pós maturação.

Apesar de conter alta proporção de ácidos graxos insaturados, a utilização do óleo de oliva pode ter efeitos benéficos sobre a oxidação em linguiças fermentadas, contribuindo para a redução dos valores de TBARS encontrados (MUGUERZA *et al.*, 2003). Este resultado é interessante visto que os protótipos com óleo de oliva apresentaram maiores teores de ácido linoléico, o qual possui duas insaturações. O maior teor de  $\alpha$ -tocoferol do óleo de oliva pode explicar tais resultados. Segundo Muguerza *et al.* (2001) a utilização de óleo de oliva em linguiça espanhola fermentada, diminuiu a liberação de gordura durante a maturação. No mesmo trabalho o teor de gordura trans não apresentou diferenças significativas entre o controle e os tratamentos, sendo que o teor variou de 0,2 a 0,7%. Por outro lado existem alguns resultados em que a adição de óleo de oliva têm aumentado a oxidação dos produtos no qual é aplicada. Kayaardi e Gök (2003) estudaram que a

adição de óleo de oliva em linguiças turcas fermentadas aumentou os índices de TBARS em relação ao produto sem adição deste óleo. Ou seja, o efeito da adição do óleo de oliva na estabilidade lipídica dos produtos nos quais é aplicado depende de outros fatores além da adição do óleo em si, e precisa ser avaliada com mais critérios em outros produtos cárneos.

## 2.8 Óleo de Soja

O feijão soja (*Glycine max*), é um dos mais antigos produtos agrícolas que o homem conhece. Na atualidade, a soja domina o mercado mundial tanto de proteína vegetal, como o de óleo comestível. O óleo de soja surgiu como um subproduto do processamento do farelo de soja, tornou-se um dos líderes mundiais no mercado de óleos. O óleo de soja é ímpar em suas propriedades, sendo indicado para um vasto número de aplicações, tais como preparação de assados, margarinas, óleo para salada, maionese, fritura e processamentos diversos (MORETTO e FETT, 1998).

O uso do óleo de soja em emulsões e como substituto de gordura animal têm sido estudado. De acordo com Zorba e Kurt (2008) o óleo de soja apresentou bons valores de estabilidade em emulsões cárneas, obtendo valores maiores que o óleo de girassol e oliva. Já Muguerza, Ansorena e Astiasarán (2003) substituíram gordura suína por óleo de soja em *Chorizo de Pamplona* e obtiveram menores valores de TBARS nos produtos aplicados com este óleo, a despeito dos maiores teores de óleos insaturados (linoléico e -linolênico) encontrados. No mesmo trabalho não foram observadas diferenças significativas no teor de colesterol, na análise de cor e na análise sensorial do atributo rancidez entre os tratamentos com óleo de soja e o controle com gordura suína. Alguns trabalhos, porém, reportaram problemas sensoriais em aplicações de óleo de soja em produtos cárneos. Ambrosiadis, Vareltzis e Georgakis, (1996) estudaram aplicações em diferentes níveis dos óleos de soja, girassol, algodão, milho e palma em salsichas e salames onde o óleo de soja apresentou menores notas sensoriais quando comparadas ao controle e aos produtos feitos com outros óleos. Assim como os demais óleos citados, a aplicação

do óleo de soja precisa ser avaliada em outros produtos cárneos, dada a diversidade de resultados da literatura.

## 2.9 Colesterol

Os organismos humano e animal dispõem de mecanismos de controle sobre o nível de lipídios no sangue, o qual atua dentro de limites. Ultrapassados estes, os níveis de lipídeos sobem dando origem a quadros conhecidos como hipercolesteromia ou hipertrigliceridemia. A principal causa destes males é a dieta alimentar (MORETTO e FETT, 2008).

Sabemos que a composição de ácidos graxos dos óleos e gorduras alimentícias por nós consumidos exerce uma influência decisiva sobre os resultados do lipograma do nosso sangue. Os ácidos graxos saturados com 14 e 16 átomos de carbono em suas cadeias, isto é, o ácido mirístico e palmítico, são os que mais contribuem para elevar o nível de colesterol do sangue. Contrariando a ação dos ácidos graxos saturados, o consumo de óleos com alto conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados, reduz e mantém o índice de colesterol no sangue. Sob o ponto de vista da ação redutora, não importa se os ácidos graxos insaturados são essenciais ou não (MORETTO e FETT, 1998).

O colesterol existente nos organismos dos animais são provenientes da ingestão de alimentos e da própria biossíntese de seus organismos. O colesterol obtido através da alimentação exerce influência sobre a quantidade produzida por biossíntese. O colesterol existente no organismo e aquele produzido por biossíntese são interligados por um mecanismo de retroalimação, no qual o aumento do primeiro influencia as quantidades produzidas pelo segundo e vice-versa. Pela alimentação, o homem pode receber entre 500 e 8000 mg de colesterol/dia, sendo que o dobro desta quantidade é produzida pelo biossíntese do organismo. Em uma dieta com alto teor de carboidratos, o organismo procura manter os níveis de açúcar no sangue transformando-o em triglicerídeos. Muitos pesquisadores preconizam a dieta pobre

em carboidratos e com pouca gordura como forma de prevenção ao aumento de triglicerídeos no sangue e evitar a arteriosclerose (MORETTO e FETT, 1998).

Segundo Kayaardi e Gök (2003), a ingestão de grandes quantidades de ácidos graxos saturados e colesterol estão associados ao desenvolvimento de doenças coronarianas e que os consumidores devem reduzir a ingestão diária de gorduras ricas em ácidos graxos saturados que causam um aumento na concentração do colesterol ruim (LDL) em humanos, o qual possui relação com a incidência de doenças cardíacas. Dados seus efeitos deletérios, várias pesquisas têm sido feitas objetivando a redução de colesterol dos alimentos. Segundo Jiménez-Colmenero, Carballo e Cofrades (2001), produtos com menos colesterol podem ser obtidos substituindo carne e gordura por derivados de origem vegetal livres de colesterol. Uma variedade de produtos cárneos como linguiças e hambúrgueres têm sido reformulados reduzindo ou substituindo parcialmente a gordura animal por óleos vegetais (amendoim, canola, girassol, oliva, entre outros) e adicionando proteínas vegetais. Paneras *et al.* (1998), utilizando óleos de oliva, algodão e soja desenvolveram salsichas com baixo teor de gordura (10%) com até 59% menos colesterol que as salsichas normais, que contém 30% de gordura. Ainda segundo Zorba e Kurt (2008), alguns óleos vegetais contém grandes quantidades de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados, sendo livres de colesterol.

## **2.10 Oxidação Lipídica**

Os lipídeos nos alimentos estão sujeitos a uma série de reações que podem levar à modificações em sua estrutura, afetando seu valor nutricional e sua qualidade em atributos como cor, odor, sabor e textura (HISIEH e KINSELLA, 1989; DONELLY e ROBINSON, 1995). A oxidação lipídica é uma das principais reações deteriorativas de óleos e gorduras e podem ocorrer durante o processamento, armazenamento, distribuição e o preparo dos alimentos e é responsável pelo aparecimento de odores e sabores desagradáveis, tornando-os impróprios para consumo. Além disso, a oxidação provoca outras alterações como a perda da qualidade nutricional dos alimentos com a formação de compostos potencialmente



tóxicos (FRANKEL, 1980; KAHL e HILDEBRANT, 1986; KUBOW, 1993; ARUOMA, 1994; NAWAR, 1996; ARAÚJO, 1999; BRUM, 2009).

Os ácidos graxos insaturados são as estruturas mais susceptíveis ao processo oxidativo, havendo uma dependência direta entre o grau de insaturação e a susceptibilidade à oxidação. A reação ocorre entre o oxigênio atmosférico e os carbonos adjacentes às duplas ligações na cadeia carbônica dos lipídeos, sendo que a reatividade aumenta de acordo com o número de insaturações na cadeia. A reação de oxidação produz peróxidos e hidroperóxidos, produtos iniciais inertes, os quais, através de uma série de reações paralelas, decompõem-se em produtos secundários como aldeídos e cetonas, os quais conferem o odor ruim (ranço) aos alimentos. As rotas de formação dos peróxidos, hidroperóxidos e compostos carbonílicos (aldeídos e cetonas), podem ocorrer por processos denominados oxidação catalisada por enzimas lipoxigenases, fotoxidação e autooxidação.

#### 2.10.1 Oxidação catalisada por enzimas

A via de formação dos hidroperóxidos catalisada por lipoxigenases está caracterizada como uma forma distinta de iniciação (ADEGOQUE *et al.*, 1998), que ocorre pela ação das enzimas lipoxigenases, que atuam sobre os ácidos graxos poliinsaturados, catalisando a adição do oxigênio à cadeia hidrocarbonada poliinsaturada. O resultado é a formação de peróxidos e hidroperóxidos com duplas ligações conjugadas, que podem envolver-se em diferentes reações degradativas (RAMALHO e JORGE, 2005).

#### 2.10.2 Fotoxidação

O mecanismo de fotoxidação de gorduras insaturadas é promovido essencialmente pela radiação UV em presença de fotosensibilizadores (clorofila, mioglobina, riboflavina e outros), que absorvem o comprimento de onda na faixa do

visível e a transferem para o oxigênio triplete ( ${}^3O^2$ ), gerando o estado singlete ( ${}^1O^2$ ), (BERGER e HAMILTOM, 1995). O oxigênio singlete reage diretamente com as duplas ligações gerando peróxidos e hidroperóxidos diferentes daqueles observados na ausência de luz e sensibilizadores, e que por degradação posterior originam aldeídos, cetonas e alcoóis (SILVA, BORGES e FERREIRA, 1999).

### 2.10.3 Autoxidação

Trata-se do principal mecanismo de oxidação dos óleos e gorduras. Há uma seqüência clássica de reações inter relacionadas para explicar o processo de autoxidação dos lipídeos, em que o oxigênio reage com os ácidos graxos insaturados e que ocorre em 3 etapas:

**Iniciação:** Ocorre a formação de radicais livres dos ácidos graxos insaturados devido à retirada de um hidrogênio do carbono alílico na molécula do ácido graxo, em condições favorecidas por luz e calor.

**Propagação:** Nesta etapa os radicais livres reagem com oxigênio para formar os radicais peroxila, os quais reagem com a molécula do lipídio, formando hidroperóxidos, que ao se decomporem geram novos radicais livres. Os hidroperóxidos são chamados de produtos de primeira oxidação e podem ser utilizados como indicadores de qualidade e estabilidade de óleos. A velocidade de oxidação lipídica é limitada pela etapa de propagação (SPITELLER e SPITELLER, 1998).

**Terminação:** Nesta etapa ocorrem reações entre os próprios radicais originado outros não radicais, como dímeros e polímeros, sendo que a reação de dois radicais requer baixa energia de ativação e tem como resultado da reação produtos estáveis (produtos secundários da oxidação) como aldeídos e cetonas (BERGER e HAMILTOM, 1995). O esquema da autoxidação é mostrado na Figura 1.

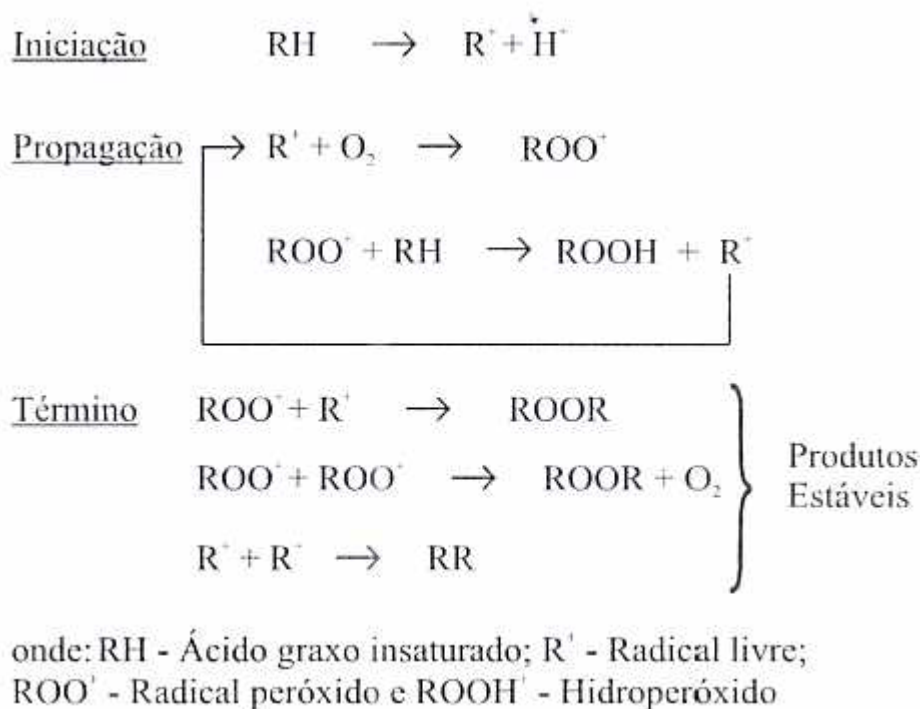


Figura 1- Esquema da autoxidação. Fonte: Ramalho e Jorge, 2005.

Para evitar a autoxidação de óleos e gorduras, há a necessidade de suprimir todos os fatores que a promovem, mantendo mínimo os níveis de energia (temperatura e luz), que são responsáveis pelo processo de desencadeamento do processo de formação de radicais livres, evitando a presença de traços metálicos na gordura, evitando ao máximo o contato com o oxigênio e bloqueando o processo de formação de radicais livres através da adição de antioxidantes, os quais, quando adicionados em pequenas quantidades, atuam interferindo no processo de oxidação dos lipídeos (RAMALHO e JORGE, 2005). Os produtos cárneos embutidos, especialmente a mortadela, são, muitas vezes, comercializados expostos, na presença de luz. Além disso, os lipídeos são um de seus principais constituintes. Deste modo, são naturalmente produtos susceptíveis ao processo oxidativo e a adição de óleos vegetais em sua fabricação deve ser cuidadosamente avaliada do ponto de vista da deterioração oxidativa. Isso se justifica pois os óleos vegetais são ricos em ácidos graxos insaturados.

### **3 ARTIGO CIENTÍFICO**

#### **3.1 ARTIGO 1**

#### **PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS, QUALIDADE NUTRICIONAL E TEOR DE COLESTEROL DE MORTADELA ELABORADA COM ÓLEOS VEGETAIS<sup>1</sup>**

João Felipe Ferraz Yunes<sup>2</sup>, Nelcindo Nascimento Terra<sup>3</sup>, José Teixeira Filho<sup>4</sup>, Cristiano Augusto Ballus<sup>5</sup>, Helena Teixeira Godoy<sup>5</sup>, Marcos Andrei Lodi<sup>6</sup>

1 Manuscrito recebido em

2 Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, CCR, UFSM.

3 Departamento de Tecnologia dos Alimentos , Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. e-mail: nelcindo@terra.com.br

4 Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

5 Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil.

6 Graduação em Química Industrial de Alimentos.

## RESUMO

O perfil de ácidos graxos, a qualidade nutricional e o teor de colesterol de nove amostras de mortadela elaboradas com quatro diferentes óleos vegetais (canola, linhaça, oliva e soja), em dois níveis de substituição (50% e 100%) (m/m), foram avaliados. Dos ácidos graxos saturados detectados, o mirístico foi encontrado em quantidades superiores no controle (P), elaborado com toucinho, seguido pelos tratamentos com oliva 100% (O2), soja 50% (S1), linhaça 50% (L1), canola 50% (C1), oliva 50% (O1), soja 100% (S2), linhaça 100% (L2) e canola 100% (C2). Já o ácido palmítico foi encontrado em maiores quantidades no controle (P), seguido por soja 50% (S1), oliva 100% (O2), linhaça 50% (L1), oliva 50% (O1), canola 50% (C1), soja 100% (S2), linhaça 100% (L2) e canola 100% (C2). Para o ácido esteárico, o controle (P) apresentou as maiores quantidades para este ácido, seguido pelos tratamentos com óleo de oliva 100% e 50% (O2 e O1), linhaça 50% (L1), soja 50% (S1), canola 50% (C1), soja 100% (S2), canola 100% (C2) e linhaça 100% (L2). O ácido elaídico foi encontrado em maiores quantidades nos tratamentos com canola 50 e 100% (C1 e C2), seguidos pelos tratamentos controle (P), soja 50% (S1), oliva 100% (O2), linhaça 50% (L1), oliva 50% (O1), soja 100% (S2) e linhaça 100% (L2). Para os ácidos graxos essenciais ômega-6 (linoléico e  $\gamma$ -linolênico), as mortadelas elaboradas com óleo de linhaça 100% (L2) apresentaram quantidades superiores aos demais tratamentos, seguidos pelo óleo de soja a 100% e 50% (S2 e S1), canola 100% (C2), linhaça 50% (L1), canola 50% (C1), oliva 100% e 50% (O2 e O1), e, por fim, o controle (P). Na relação poliinsaturados/saturados o menor valor obtido foi para o P, com 0,5, seguido, em ordem crescente, por O1, O2, S1, L1, C1, C2, S2, e L2 cujos valores foram respectivamente 0,6, 0,6, 0,8, 0,9, 0,9, 1,2, 1,2 e 1,3. Com relação as quantidades de colesterol encontradas, o controle apresentou maior quantidade, seguido pelos demais que não apresentaram diferenças significativas entre si ( $p < 0,05$ ). Pode-se concluir que todos os tratamentos avaliados apresentaram maior quantidade de ácidos graxos poliinsaturados e menor quantidade de ácidos graxos saturados e colesterol em relação ao controle, atestando uma melhoria da qualidade nutricional das mortadelas.

**Palavras-Chave:** ácidos graxos; colesterol; óleo de canola; óleo de linhaça; óleo de oliva; óleo de soja.

## ABSTRACT

The fatty acids profile, nutritional quality and cholesterol content of nine mortadella samples elaborated with four different oils (canola, linseed, olive and soy), using two substitution levels (50% and 100%) were evaluated. Regarding SFA (saturated fatty acids), the miristic acid was found in higher amounts in the control (P) that was made with porcine fat, followed by the treatments with olive 100% (O2), soy 50% (S1), linseed 50% (L1), canola 50% (C1), olive 50% (O1), soy 100% (S2), linseed 100% (L2) and canola 100% (C2). The palmitic acid was found in higher amounts in the control (P) followed by the samples with soy oil 50% (S1), olive oil 100% (O2), linseed oil 50% (L1), olive 50% (O1), canola 50% (C1), soy 100% (S2), linseed 100% (L2) and canola 100% (C2). For the stearic acid, the control (P) had shown higher amounts, followed by the treatments with olive oil 100% (O2), olive oil 50% (O1), linseed 50% (L1), soy 50% (S1), canola 50% (C1), soy 100% (S2), canola 100% (C2) and linseed 100% (L2). The elaidic acid was found in higher amounts in canola 50% (C1), followed by canola 100% (C2), control (P), soy 50% (S1), olive 100% (O2), linseed 50% (L1), olive 50% (O1), soy 100% (S2) and linseed 100% (L2). For the essential fatty acid omega-6 (linoleic and  $\gamma$ -linolenic fatty acids), the treatment with linseed oil 100% (L2) have presented higher amount in comparison to other treatments, followed by soy oil 100% (S2), soy oil 50% (S1), canola oil 100% (C2), linseed oil 50% (L1), canola oil 50% (C1), olive oil 100% (O2), olive oil 50% (O1) and control (P). Regarding proportion PUFA (polyunsaturated fatty acids)/SFA (saturated fatty acids) the lowest value was found in the P (0.5), followed, in ascending order, by O1, O2, S1, L1, C1, C2, S2 and L2, whose values were respectively 0.6, 0.6, 0.8, 0.9, 0.9, 1.2, 1.2 e 1.3. Considering cholesterol content, the control had shown higher amount, followed by the others that had not shown significant statistical difference between each other ( $p < 0,05$ ). Is it possible to conclude that all treatments have presented more contents of unsaturated fatty acids and lower contents of saturated fatty acids and cholesterol in comparison to control showing a better nutritional quality of the treatments in comparison to control.

**Key Words:** canola oil, cholesterol; fatty acids; linseed oil, mortadella; olive oil; soy oil.

## 1 INTRODUÇÃO

Organismos mundiais de saúde têm promovido campanhas para a baixa ingestão de gorduras, particularmente os ácidos graxos saturados e colesterol, como um meio de prevenção para doenças cardíacas (MUGUERZA *et al.*, 2001). Produtos cárneos como a mortadela, possuem um alto teor de gordura, o que pode ser visto no produto fatiado. As mortadelas características do mercado brasileiro possuem de 15 a 30% de gordura, sendo a maior parte saturada. Aspectos negativos referentes aos produtos cárneos e seu consumo na saúde tem motivado o desenvolvimento de produtos cárneos funcionais (ARIHARA, 2006). Jiménez-Colmenero (2000) destaca diversas possibilidades de desenvolvimento de produtos cárneos funcionais, dentre as quais se destacam a redução de sódio e a manipulação do perfil de ácidos graxos dos produtos cárneos, aumentando-se a quantidade dos ácidos graxos essenciais insaturados  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6 em detrimento das gorduras saturadas de origem animal.

A relação entre a dieta lipídica e o aparecimento de doenças cardiovasculares têm alertado os consumidores de produtos cárneos a aumentar sua atenção para o tipo de gordura existente no alimento. As gorduras saturadas têm sido associadas a diversas patologias, especialmente as cardiovasculares, e as gorduras poliinsaturadas especialmente aquelas ricas nos ácidos graxos ômega- 3 ( $\omega$ -3) e, em quantidades adequadas, os ácidos graxos ômega- 6 ( $\omega$ -6), à uma redução nas doenças coronarianas. Duas relações têm sido utilizadas para mensurar a qualidade nutricional lipídica de um alimento: a relação  $\omega$ -6/  $\omega$ -3 , o qual é preconizado para ser quatro ou menos (BRITISH NATIONAL FOUNDATION, 1992) e o quociente poliinsaturados/saturados, o qual deve ser 0,4 ou maior (ENSER *et al.*, 2000). Logo, a substituição da gordura animal por óleos vegetais poderá promover uma melhoria substancial na qualidade nutricional, através da redução da relação  $\omega$ -6/  $\omega$ -3, aumento na relação poliinsaturados/saturados e a redução do teor de colesterol dos embutidos. A ingestão de ácidos graxos saturados na dieta aumenta a quantidade de LDL (*Low Density Lipoprotein*), ou “colesterol ruim”. Grandes quantidades de LDL é uma das maiores causas de doenças cardiovasculares (ÖZVURAL e VURAL, 2008). Ainda segundo Jiménez-Colmenero (2000) produtos com menos colesterol

podem ser obtidos substituindo gordura de matérias primas animais por óleos vegetais diretamente na formulação dos produtos.

A manipulação do perfil de ácidos graxos da carne e dos produtos cárneos pode ser obtida por meio da dieta, com suplementação de ácidos graxos poliinsaturados na ração, ou adicionando diferentes lipídeos diretamente na formulação. Vários autores têm demonstrado que a alteração dos ácidos graxos de um industrializado cárneo pode ser feita via manipulação direta do produto final, substituindo gordura animal por óleos vegetais. Esta última tem sido demonstrado por diversos autores como eficaz na elaboração de produtos cárneos mais funcionais (AMBROSIADIS, VARELTZIS, GEORGAKIS, 1996; ÖZVURAL e VURAL, 2008). Muguerza, Ansorena e Astiasarán (2003) demonstraram a melhoria da qualidade nutricional de *Chorizo de Pamplona*, substituindo gordura animal por óleo de soja. Kayaardi e Gök (2003) substituíram gordura bovina por óleo de oliva em *Turkish Soudjouk*.

Lu *et al.* (2008) estudaram a suplementação nutricional com óleo de soja e linhaça na composição de ácidos graxos e no sabor de carne suína cozida e determinaram que suplementação nutricional destes óleos aumentaram os teores de ácidos graxos  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6 na carne.

O óleo de oliva tem sido um dos mais estudados na melhoria nutricional dos produtos cárneos. Pappa, Bloukas e Arvanitoyannis (2000) estudaram a aplicação de óleo de oliva em salsichas com baixo teor de gordura, com boa aceitação sensorial. Produtos com menores teores de lipídeos são desejáveis por conter menos calorias e seus efeitos podem ser potencializados pela substituição de gordura animal por vegetal (LURUEÑA-MARTÍNEZ, VIVAR-QUINTANA, REVILLA, 2004). Os mesmos autores substituíram gordura suína por óleo de oliva em produtos cárneos sem decréscimo sensorial das aplicações. Muguerza, Ansorena e Astiasarán (2003) substituíram gordura suína por óleo de soja em *Chorizo de Pamplona* e obtiveram maiores teores de ácidos graxos insaturados (linoléica, - linolênico) nos tratamentos com óleo.



O óleo de linhaça também tem sido estudado. Valencia *et al.* (2008) determinaram que a adição de óleo de linhaça pode aumentar os teores de ácidos graxos  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6 em linguiças suínas, sem afetar seu desempenho sensorial. Santos *et al.* (2008) demonstraram que a utilização de carnes de animais alimentados com óleo de linhaça resultou em presuntos curados com valores da relação  $\omega$ -6/  $\omega$ -3 menores que 4, o que atesta uma melhor qualidade nutricional dos produtos.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o perfil de ácidos graxos e o teor de colesterol de mortadelas elaboradas com quatro diferentes tipos de óleos vegetais comerciais de canola, oliva, soja e linhaça, em dois níveis de substituição da gordura animal, correlacionado sua qualidade nutricional.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local e período experimental**

Os experimentos para elaboração dos produtos foram realizados nas instalações industriais da empresa frigorífica Sadia S/A, Unidade de Concórdia - SC, as análises de colesterol foram realizadas no Laboratório Central da mesma empresa, em Jundiaí-SP e as análises para determinação de ácidos graxos foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos, da Faculdade de Engenharia de Alimentos, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

### **2.2 Matéria-prima**

Para elaboração das mortadelas utilizadas como tratamentos, foram utilizadas matérias-primas, insumos e instalações da empresa frigorífica Sadia S/A em

Concórdia - SC. As matérias primas utilizadas encontravam-se dentro dos padrões de utilização e foram inspecionadas pelo Serviço de Inspeção Federal (S.I.F. 01).

### **2.3 Preparação das mortadelas**

As matérias primas devidamente inspecionadas pelo Serviço de Inspeção Federal (S.I.F. 01) e os demais insumos foram separados nas quantidades prescritas na formulação. Após a devida separação, as matérias primas foram moídas em moedor (Tetra Laval Food- Alemanha), equipado com disco de moagem de 8 mm. Após a moagem, as matérias primas foram transportadas para equipamento tipo “cutter” (Seydelmann, Alemanha).

No cutter, a carne bovina (75 kg) e a emulsão de couro suíno (5 Kg) foram adicionadas primeiramente sob rotação de 1000 rpm, juntamente com o sal (1,9 kg) e o polifosfato de sódio (0,25 kg). Após homogeneização das carnes magras com o sal e o fosfato, foram adicionadas o gelo (29 kg), proteína de soja (2 kg) e os demais ingredientes (nitrito de sódio (0,016 kg), condimento para mortadela (1 kg), carragena (0,5 kg), alho natural (0,12 kg) e pimenta preta semi moída (0,1 kg)) deixando a mistura cominuir até aproximadamente 8 °C, quando então, foi adicionada a gordura (óleos vegetais e/ou toucinho), na quantidade de 7,5 kg para o óleo mais 7,5 para o toucinho nos tratamentos com aplicação de 50%, com 15 kg de toucinho no controle e com 15 kg de óleo nos tratamentos com 100% de substituição. Após a adição desta, a mistura foi homogeneizada sob vácuo até 17 °C, onde a mistura apresentou-se homogênea e estável. A mistura foi convenientemente denominada de “massa”, que foi transportada por carrinhos até embutideira (Handtmann VF 630, Alemanha), onde foi embutida sob vácuo em tripas celulósicas, perfazendo peças de 5 kg. As peças foram penduradas em gaiolas específicas e, foram então direcionadas ao processo de cozimento. O cozimento foi feito em etapas alternadas de secagem e defumação, até que o centro geométrico do produto atendesse 73 °C. Finalizado o processo de cozimento, iniciou-se o processo de resfriamento por convecção forçada de ar, até que o centro geométrico do produto atendesse 22 °C ao término de 5 horas. Uma vez resfriadas as amostras

foram seladas a vácuo e armazenadas em temperatura entre 19 °C e 25 °C, por um período de 60 dias. O processo de fabricação de mortadela seguiu o procedimento proposto por Terra (1998).

## **2.4 Composição das amostras**

Para execução das análises, os tratamentos foram codificados da seguinte maneira: P, C1, C2, L1, L2, O1, O2, S1, e S2, onde as letras indicam o tipo de óleo utilizado sendo “C” para canola, “L” para linhaça, “O” para oliva e “S” para soja e os algarismos indicam o nível de substituição feita, sendo “1” para 50% de substituição da gordura suína e “2” para 100% de substituição da gordura suína. A letra P foi adotada para o controle (elaborado totalmente com gordura suína em sua formulação).

## **2.5 Determinação da composição de ácidos graxos e teor total de lípidos**

As amostras de mortadela foram moídas em processador de alimentos (Walita, Brasil), sendo posteriormente acondicionadas em sacos plásticos e mantidas congeladas a -18°C, até o momento da análise.

Os lipídeos totais foram extraídos segundo método descrito por Bligh & Dyer (1959). Aproximadamente 2 g das amostras previamente moídas foram pesados em tubos de ensaio com capacidade de 70 mL, sendo acrescentados 20 mL de metanol, 10 mL de clorofórmio e 8 mL de água destilada. Após agitação durante 30 min, foram adicionados mais 10 mL de clorofórmio e 10 mL de solução de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1,5%. Os tubos foram novamente agitados por 2 min, sendo deixados em repouso para separação das fases. A fase clorofórmica (inferior) foi transferida para outro tubo de ensaio, onde se adicionou aproximadamente 1 g de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anidro e procedeu-se à agitação. O conteúdo do tubo foi filtrado através de filtro de papel e, então, foram transferidos 10 mL do filtrado para béqueres previamente tarados, os quais foram

então colocados na estufa para remoção do solvente. Quando todo o solvente foi evaporado, os béqueres foram colocados em dessecadores e, após resfriados, foram pesados para determinação do teor de lipídeos totais, em % (m/m). Os ensaios foram realizados em triplicata para cada amostra.

Para a preparação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos, aproximadamente 100 mg do óleo extraído na etapa anterior foram pesados em tubos de ensaio, com posterior adição de 4 mL de solução de NaOH  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  em metanol. Os tubos foram aquecidos em banho-maria a  $100^\circ\text{C}$ , até a obtenção de uma solução transparente (aproximadamente 8 min). Nesta etapa, o óleo foi saponificado, produzindo os ácidos graxos livres. Após o resfriamento, foram adicionados 3 mL de solução de BF<sub>3</sub> (Merck, Alemanha) 12% em metanol, e os tubos novamente aquecidos em banho-maria a  $100^\circ\text{C}$ , durante 3 min. É nesta etapa que ocorre a metilação dos ácidos graxos livres, catalisada pelo BF<sub>3</sub>, resultando na formação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos. Após o resfriamento, foram adicionados 4 mL de solução saturada de NaCl, com posterior agitação. Em seguida, foram adicionados 4 mL de hexano, com posterior agitação vigorosa. Feito isso, os tubos foram deixados em repouso para separação das fases, sendo que 1  $\mu\text{L}$  da fase orgânica superior de cada replicata foi injetado no Detector por Ionização em Chama. Este procedimento foi adaptado do trabalho de Joseph & Ackman (1992).

Para separação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos, foi utilizado um cromatógrafo à gás VARIAN 3300 com detector por ionização em chama (GC-FID). Empregou-se coluna Carbowax (30 m x 0,25 mm d.i. x 0,25  $\mu\text{m}$  espessura do filme, J & W Scientific). Os parâmetros ajustados foram: temperatura do injetor ( $230^\circ\text{C}$ ); temperatura do detector ( $250^\circ\text{C}$ ); injeção no modo split (1:100); vazão do gás de arraste H<sub>2</sub> ( $1,6 \text{ mL min}^{-1}$ ); vazão dos gases do detector H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>/Ar Sintético (30/30/300  $\text{mL min}^{-1}$ ); programa de temperatura ( $140^\circ\text{C}$  por 20 min, passando para  $220^\circ\text{C}$  a  $2,5^\circ\text{C}$  por min, temperatura final mantida por 10 min). A identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção dos padrões, obtidos nas mesmas condições, e os tempos de retenção dos picos observados para as amostras. Foi utilizada uma mistura de padrões de ésteres metílicos do C4 ao C24 (FAME Mix, Supelco, USA). A quantificação foi realizada por normalização de área (área do pico

em relação à área total do cromatograma). O método foi adaptado de Visentainer *et al.* (2003).

As médias de cada determinação obtidas para o teor de cada ácido graxo encontrado nas amostras foram comparadas através da Análise de Variância (ANOVA) e do Teste de Tukey, ao nível de 95% de confiança, por meio do software Statistica 7.0.

## **2.6 Determinação do colesterol**

A determinação do colesterol das amostras foi feito de acordo com o descrito por AL-HASANI, S.M (1993), onde a amostra é saponificada com KOH alcoólico, a fração não saponificável é extraída com hexano, e o extrato concentrado é injetado no cromatógrafo gasoso sem derivatização.

Pesou-se cerca de quinze gramas de amostra, em balão de fundo chato de 250 mL de boca esmerilhada. Foram pipetados 10mL de KOH 50% sendo transferido logo após para o erlenmeyer que continha a amostra. Adicionou-se 60 mL de álcool etílico p.a. e 5 mL de colestane 0,25 mg/mL. Foi introduzido um agitador magnético, sendo levado para aquecimento em chapa elétrica com agitação, conectado ao condensador Friederichs. Esperou-se ferver e depois foi deixado em refluxo por trinta minutos. Após resfriada, transferiu-se cuidadosamente a solução saponificada para o funil de separação de 500 mL. Foi adicionado ao erlenmeyer 50 mL de éter de petróleo grau CG, lavando-o e transferindo para o funil de separação. Repetiu-se a última etapa por mais 2 (duas) vezes. Foram adicionados 200 mL de água + fenolftaleína (água + FF) Agitou-se por um minuto, deixando separar as fases e descartou-se a fase aquosa (camada inferior). Foi repetida a lavagem com água e fenolftaleína até que a coloração rósea não fosse formada com a adição de água + fenolftaleína. Filtrou-se com papel de filtro Whatman nº 1 e sulfato de sódio anidro, recolhendo o filtrado em béquer de 250 mL e lavando o funil e o papel de filtro por 2 vezes com 25 mL de éter de petróleo grau CG. Deixou-se evaporar o conteúdo do béquer até securo em capela com exaustão.

Ressuspendeu-se com 5 mL de hexano grau CG e logo após foi injetado 1  $\mu$ l dessa solução no cromatógrafo, bem como as diversas concentrações de padrão de colesterol e colestane, para obtenção da curva de calibração. Os picos de colesterol foram identificados através da comparação dos cromatogramas da amostra e dos padrões.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Ácidos Graxos

Os resultados dos perfis de ácidos graxos das amostras estão descritos na Tabela 1.

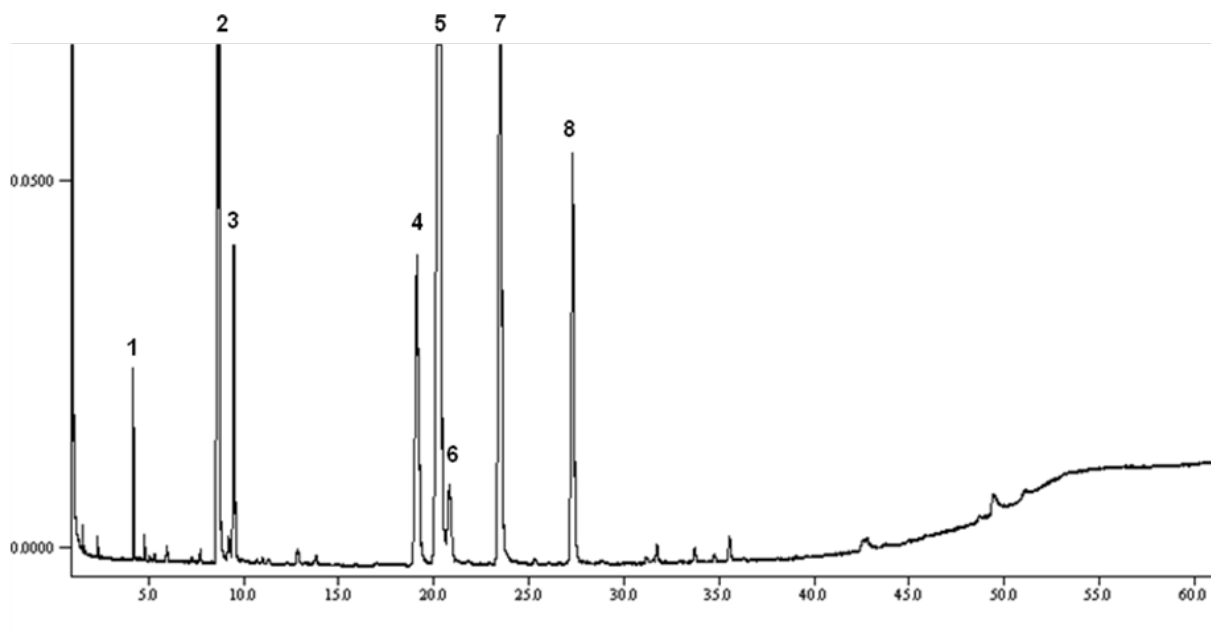
Tabela 1- Teor de ácidos graxos presentes nas amostras de mortadelas com gordura suína (P), com óleo de canola (C1 e C2), óleo de linhaça (L1 e L2), óleo de oliva (O1 e O2) e óleo de soja (S1 e S2).

Amostras	Teor de Ácidos Graxos (%) <sup>*</sup>							
	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:1*	C18:2	C18:3*
PAD	1,42 ± 0,07 <sup>a</sup>	23,43 ± 0,66 <sup>a</sup>	4,19 ± 0,11 <sup>a</sup>	9,46 ± 0,19 <sup>a</sup>	38,79 ± 0,61 <sup>b,c,d</sup>	1,75 ± 0,04 <sup>ab</sup>	15,17 ± 0,19 <sup>d</sup>	0,67 ± 0,02 <sup>d</sup>
C.1	0,90 ± 0,26 <sup>c,d</sup>	19,14 ± 1,56 <sup>b,c,d</sup>	3,44 ± 0,51 <sup>ab,c</sup>	6,22 ± 0,72 <sup>b,c,d</sup>	39,75 ± 3,00 <sup>b,c,d</sup>	1,93 ± 0,63 <sup>a</sup>	21,15 ± 2,05 <sup>b,c</sup>	2,28 ± 0,32 <sup>c,d</sup>
C.2	0,56 ± 0,02 <sup>b</sup>	16,31 ± 0,08 <sup>b</sup>	2,94 ± 0,05 <sup>c</sup>	5,28 ± 0,06 <sup>c</sup>	46,23 ± 0,14 <sup>a</sup>	1,88 ± 0,03 <sup>ab</sup>	22,14 ± 0,10 <sup>b,c</sup>	3,43 ± 0,09 <sup>c</sup>
L.1	0,95 ± 0,09 <sup>d</sup>	20,70 ± 0,98 <sup>a,c,d</sup>	3,93 ± 0,22 <sup>ab</sup>	7,74 ± 0,14 <sup>d</sup>	35,22 ± 0,78 <sup>d,e</sup>	1,57 ± 0,06 <sup>ab</sup>	17,09 ± 0,51 <sup>d</sup>	8,04 ± 0,24 <sup>b</sup>
L.2	0,61 ± 0,10 <sup>b,c</sup>	17,99 ± 2,04 <sup>b,d</sup>	3,92 ± 0,58 <sup>ab</sup>	4,88 ± 1,46 <sup>c</sup>	31,73 ± 3,86 <sup>e</sup>	1,27 ± 0,12 <sup>b</sup>	16,35 ± 1,67 <sup>d</sup>	14,72 ± 1,83 <sup>a</sup>
O.1	0,89 ± 0,03 <sup>c,d</sup>	19,69 ± 0,90 <sup>c,d</sup>	3,09 ± 0,18 <sup>b,c</sup>	7,79 ± 0,26 <sup>a,d</sup>	42,07 ± 2,68 <sup>ab,c</sup>	1,50 ± 0,01 <sup>ab</sup>	17,11 ± 0,97 <sup>d</sup>	1,04 ± 0,03 <sup>d</sup>
O.2	1,00 ± 0,06 <sup>d</sup>	21,24 ± 0,33 <sup>a,c,d</sup>	3,37 ± 0,07 <sup>ab,c</sup>	7,87 ± 0,35 <sup>a,d</sup>	44,41 ± 0,37 <sup>ab</sup>	1,62 ± 0,02 <sup>ab</sup>	18,34 ± 0,29 <sup>c,d</sup>	1,09 ± 0,06 <sup>d</sup>
S.1	0,97 ± 0,05 <sup>d</sup>	22,10 ± 0,47 <sup>a,c</sup>	4,00 ± 0,14 <sup>a</sup>	7,59 ± 0,02 <sup>b,d</sup>	36,59 ± 1,16 <sup>c,d,e</sup>	1,69 ± 0,17 <sup>ab</sup>	23,89 ± 0,39 <sup>ab</sup>	1,72 ± 0,23 <sup>c,d</sup>
S.2	0,70 ± 0,09 <sup>b,c,d</sup>	18,35 ± 1,59 <sup>b,d</sup>	3,36 ± 0,37 <sup>ab,c</sup>	6,01 ± 0,58 <sup>b,c</sup>	30,85 ± 2,87 <sup>e</sup>	1,37 ± 0,13 <sup>ab</sup>	26,89 ± 2,82 <sup>a</sup>	2,31 ± 0,16 <sup>c,d</sup>

\* Média ± Desvio padrão (n = 3).

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey (95%). C14:0 = Ácido Mirístico; C16:0 = Ácido Palmítico; C16:1 = Ácido Palmitoléico; C18:0 = Ácido Esteárico; C18:1 = Ácido Oléico; C18:1\* = Ácido Elaídico; C18:2 = Ácido Linoléico; C18:3\* = Ácido  $\gamma$ -linolênico.

O cromatograma da separação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos da amostra L.1 é mostrado na Figura 2.



**Figura 2-** Cromatograma da separação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos da amostra L.1. Condições cromatográficas descritas em Material e Métodos. Identificação dos picos: (1) **C14:0** = Ácido Mirístico; (2) **C16:0** = Ácido Palmítico; (3) **C16:1** = Ácido Palmitoléico; (4) **C18:0** = Ácido Esteárico; (5) **C18:1** = Ácido Oléico; (6) **C18:1\*** = Ácido Elaídico; (7) **C18:2** = Ácido Linoléico; (8) **C18:3\*** = Ácido  $\gamma$ -linolênico.

Avaliando-se os ácidos graxos saturados, o ácido mirístico C (14:0) foi encontrado em maiores quantidades no tratamento P, elaborado com gordura suína, seguido pelos tratamentos O2, S1, L1, C1, O1, S2, L2 e C2. Já o ácido palmítico C (16:0), o mesmo foi encontrado em maiores quantidades em P, seguido por S1, O2, L1, O1, C1, S2, L2 e C2. O ácido esteárico C (18:0) foi encontrado em quantidades maiores em P, seguido por O2, O1, L1, S1, C1, S2, C2 e L2. Para os ácidos graxos insaturados, o ácido palmitoléico C (16:1) foi encontrado em maiores quantidades no controle (P), seguido pelos tratamentos S1, L1, L2, C1, O2, S2, O1 e C2. O ácido oléico C (18:1) foi encontrado em maiores quantidades em C2, seguido pelos tratamentos O2, O1, C1, P, S1, L1, L2 e C2. Já o ácido linoléico C (18:2), foi encontrado em quantidades maiores em S2, seguido por S1, C2, C1, O2, O1, L1, L2 e P. O ácido graxo  $\gamma$ -linolênico C (18:3) foi encontrado em maiores quantidades em L2, seguido por L1 e após por C2, S2, C1, S1, O2, O1 e P.



Os resultados descritos estão de acordo com diversos trabalhos em relação à alteração no perfil de ácidos graxos dos produtos (KAYAARDI e GÖK, 2003; MUGUERZA, ANSORENA e ASTIASARÁN, 2003; SANTOS *et al.*, 2008).

A relação poliinsaturados/saturados, que por razões conhecidas deve ter seu número maior possível, preferencialmente maior que 0,4 (ENSER *et al.*, 2000), apresentou os valores mais baixos para o controle, seguidos em ordem crescente por O1, O2, C1, S1, L1, C2, S2 e L2. O tratamento que apresentou maior valor para este quociente foi L2, em muito devido ao seu conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados e baixo conteúdo de ácidos graxos saturados. Os resultados obtidos estão demonstrados na Figura 3.

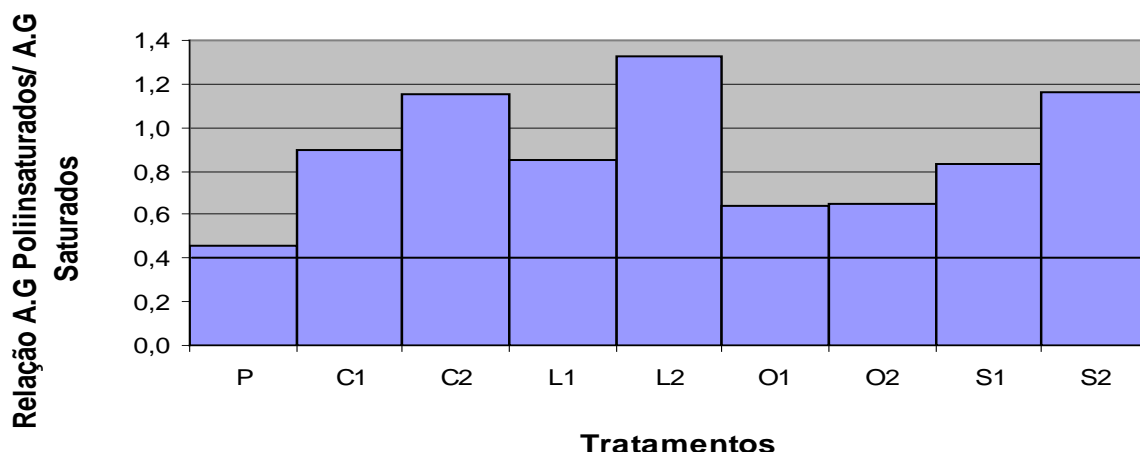


Figura 3 - Relação Ácidos Graxos Poliinsaturados/ Ácidos Graxos Saturados das mortadelas com gordura suína (P), com óleo de canola a 50% (C1), óleo de canola a 100% (C2), óleo de linhaça a 50% (L1), óleo de linhaça a 100% (L2), óleo de oliva a 50% (O1), óleo de oliva a 100% (O2), óleo de soja a 50% (S1) e óleo de soja a 100% (S2). Dados expressos pela média (n=3).

Os resultados descritos estão de acordo com diversos estudos recentes. Hoz *et al.* (2004) encontram maiores teores de ácido linolênico C (18:3) em tratamentos de salsichas fermentadas elaboradas com óleo de linhaça. Mugerza *et al.* (2001) estudaram o aumento da razão poliinsaturados/saturados em *Chorizo de Pamplona* elaborado com óleo de oliva. Lu *et al.* (2008) demonstraram que carnes de animais alimentados com óleo de linhaça apresentaram quantidades significativamente

maiores de ácidos graxos  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6. Valencia *et al.* (2008) demonstram que a substituição de gordura animal suína por óleo de linhaça melhora a qualidade nutricional de linguiças suínas frescas, com aumento da relação poliinsaturados/saturados, conforme preconizado por diversas organizações mundiais de saúde (BRITISH NUTRITION FOUNDATION, 1992). Mugerza, Ansorena e Astiasarán, (2003) demonstraram que as propriedades nutricionais de *Chorizo de Pamplona* podem ser melhoradas pela substituição de gordura de costado suína por óleo de soja, tanto com a redução da relação  $\omega$ -6/  $\omega$ -3, quanto pelo aumento da relação poliinsaturados/saturados, tal qual demonstrado no presente trabalho.

### 3.2 Análise de colesterol

Na Figura 4 estão descritos os teores de colesterol encontrados nas mortadelas elaboradas com óleos vegetais de canola, linhaça, oliva e soja, em duas dosagens (50% e 100%). Observou-se que os valores obtidos não diferiram entre si ao nível de 5% de significância. Na Figura 5 são mostrados os percentuais de redução do colesterol dos tratamentos com óleos vegetais, em relação ao controle.

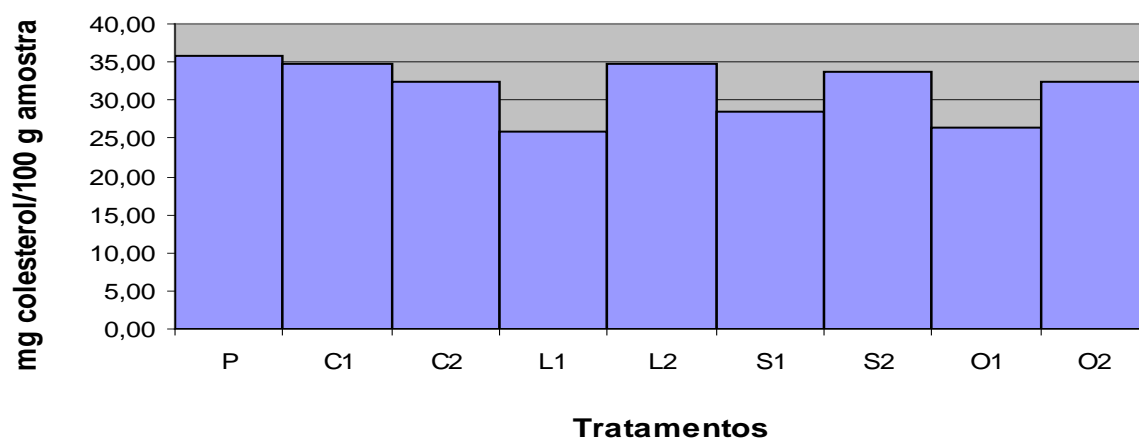


Figura 4 - Teor de colesterol das mortadelas com gordura suína (P), com óleo de canola a 50% (C1), óleo de canola a 100% (C2), óleo de linhaça a 50% (L1), óleo de linhaça a 100% (L2), óleo de oliva a 50% (O1), óleo de oliva a 100% (O2), óleo de soja a 50% (S1) e óleo de soja a 100% (S2). Dados expressos pela média (n=3).

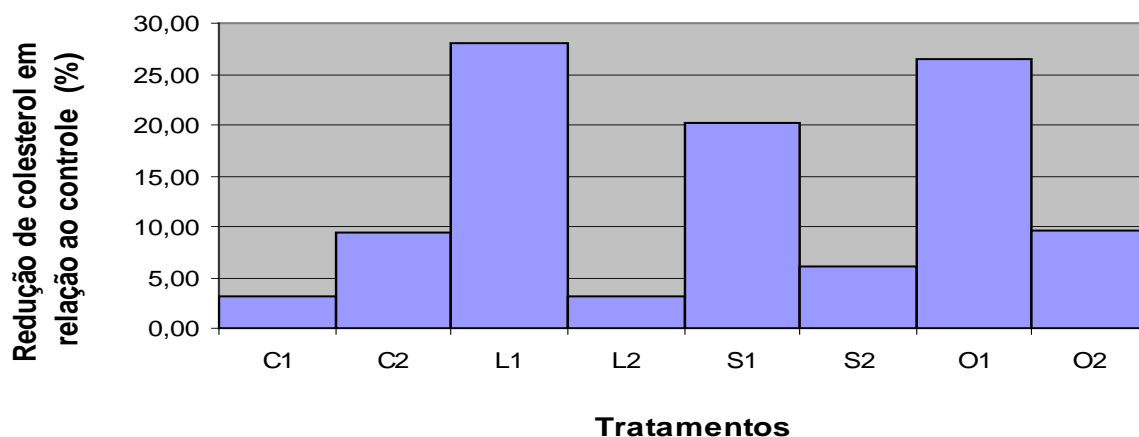


Figura 5- Percentual de redução do colesterol em relação ao controle para óleo de canola a 50% (C1), óleo de canola a 100% (C2), óleo de linhaça a 50% (L1), óleo de linhaça a 100% (L2), óleo de oliva a 50% (O1), óleo de oliva a 100% (O2), óleo de soja a 50% (S1) e óleo de soja a 100% (S2). Dados expressos pela média (n=3).

Os maiores percentuais de redução foram observados nos tratamentos L1, O1 e S1, e os menores em C1, L2 e S2. Estes resultados possuem similaridade com alguns estudos. Muguerza *et al.* (2001), demonstraram que a substituição de toucinho por óleo de oliva pré-emulsionado pode reduzir o colesterol em até 22%, quando o nível de substituição chega a 30% da gordura suína. Já Azcona *et al.* (2008) demonstraram que carnes provenientes de animais alimentados com linhaça apresentaram percentual de redução de colesterol na carne entre 3 e 4% aproximadamente. Muguerza, Ansorena e Astiasarán (2003) não encontraram diferença significativa nos tratamentos substituindo até 25% de toucinho por óleo de soja. Tanto no presente trabalho como na literatura a redução de colesterol não foi proporcional à redução de gordura. Isto se deve, em parte, à gordura de marmoreio, contida no músculo, e por consequência, em todos os tratamentos, o que diminui a discriminação entre os mesmos. A diversidade de resultados encontrados na literatura motivam futuras investigações sobre a redução de colesterol em produtos cárneos.

## 4 CONCLUSÃO

Os tratamentos com óleos vegetais de canola, linhaça, oliva e soja alteraram a composição lipídica dos tratamentos e promoveram um aumento na quantidade de ácidos graxos poliinsaturados e uma redução dos ácidos graxos saturados quando comparados ao controle. Em todos os tratamentos foi observada um aumento da relação poliinsaturados/saturados, quando comparadas com o controle. O maior valor foi encontrado no tratamento L2, seguido por S2, C2, C1, L1, S1, O2, O1 e P. Os menores valores obtidos correspondem ao controle e ambos os tratamentos com óleo de oliva, atestando maior quantidade de ácidos graxos saturados e monoinsaturados destes, em detrimento aos ácidos graxos poliinsaturados. Os teores de colesterol de todos os tratamentos foram menores que o controle e os percentuais de redução do variaram entre 3,05% e 26,46%. Pode-se concluir que houve uma melhoria do perfil nutricional dos tratamentos quando comparados ao controle, expressa tanto pelo perfil de ácidos graxos como pelos teores de colesterol encontrados nos tratamentos com óleos vegetais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-HASANI, S. M.; HLAVAC, J.; CARPENTER, M. W. Rapid determination of cholesterol in single and multi-component prepared foods. **Journal of Association of Official Analytical Chemists**, Arlington, v. 76, n. 4, p. 902-906, 1993.

AMBROSIADIS, J.; VARELTZIS, K. P.; GEORGAKIS, S. A. Physical, chemical and sensory characteristics of cooked meat emulsion style products containing vegetable oils. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 31, p. 189-194, 1996.

ARIHARA, K. Strategies for designing novel functional meat products. **Meat Science**, v. 74, p. 219-229, 2006.

AZCONA, J. O.; GARCIA, P. T.; COSSU, M. E.; IGLESIAS, B. F.; PICALLO, A.; PEREZ, C.; GALLINGER, C. I.; SCHANG, M. J.; CANET, Z. E. Meat quality of Argentinean "Camperos" chicken enhanced in omega-3 and omega-9 fatty acids. **Meat Science**, v. 79, p. 437-433, 2008.

BLIGH, E. C.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 911-917, 1959.

BRITISH NUTRITION FOUNDATION. **Unsaturated fatty acids: Nutritional and physiological significance**. The report of the British Nutrition Foundations Task Force. London: Ed. Chapman & Hall, 1992.

ENSER, M.; RICHARDSON, R. I.; WOOD, J. D.; GILL, B. P.; SHEARD, P. R. Feeding linseed to increase the n-3 PUFA of pork: fatty acid composition of muscle, adipose tissue, liver and sausages. **Meat Science**, v. 55, p. 201-212, 2000.

HOZ, L.; D'ARRIGO, M.; CAMBERO, I.; ORDÓÑEZ, J. A. Development of an n-3 fatty acid and  $\alpha$ -tocopherol enriched dry fermented sausage. **Meat Science**, v. 67, p. 485-495, 2004.

JIMENEZ-COLMENERO, F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v.11, n. 2, p. 56-66, 2000.

JOSEPH, J. D.; ACKMAN, R. G. Capillary Column Gas Chromatographic Method for Analysis of Encapsulated Fish Oils and Fish Oil Ethyl Esters: Collaborative Study. **Journal of AOAC International**, v. 75, n. 3, p. 488-506, 1992.

KAYAARDI, S.; GÖK, V. Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish Soudjouk (Sucuk). **Meat Science**, v. 66, p. 249-257, 2003.

LU, P.; ZHANG, L. Y.; YIN, J. D.; EVERTS, A. K. R.; LI, D. F. Effects of soybean oil and linseed oil on fatty acid compositions of muscle lipids and cooked pork flavour. **Meat Science**, v. 80, p. 910-918, 2008.

LURUEÑA-MARTÍNEZ, M. A., VIVAR-QUINTANA, A. M., REVILLA, I. Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters. **Meat Science**, Barking, v. 68, n. 3, p. 383-389, 2004.

MUGUERZA, E.; GIMENO, O.; ANSORENA, D.; BLOUKAS, J. G.; ASTIASARAN, I. Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona- a traditional Spanish fermented sausage. **Meat Science**, v. 59, p. 251-258, 2001.

MUGUERZA, E.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Improvement of nutritional properties of Chorizo de Pamplona by replacement of pork backfat with soy oil. **Meat Science**, v. 65; p. 1361-1367, 2003.

ÖZVURAL, E. B.; VURAL, H. Utilization of interesterified oil blends in the production of frankfurters. **Meat Science**, v. 78, p. 211-216, 2008.

PAPPA, I. C.; BLOUKAS, J. G.; ARVANITOYANNIS, I. S. Optimization of salt, olive oil and pectin level of low-fat frankfurters produced by replacing pork back fat with olive oil. **Meat Science**, v. 56, p. 81-88, 2000.

SANTOS, C.; HOZ, L.; CAMBERO, M. I. ; CABEZA, M. C.; ORDOÑES, J. A. Enrichment of dry-cured ham with  $\alpha$ -linolenic acid and  $\alpha$ -tocopherol by the use of linseed oil and  $\alpha$ -tocopheryl acetate in pig diets. **Meat Science**, v. 80, n.2, p. 668-674, 2008.

TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologia de Carnes**. São Leopoldo: UNISINOS, 1998. Séc. 3, p. 143-144.

VALENCIA, I.; O'GRADY, M. N.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I.; KERRY, J. P. Enhancement of the nutritional status and quality of fresh pork sausages following the addition of linseed oil, fish oil and natural antioxidants. **Meat Science**, v. 80, p. 1046-1054, 2008.

VISENTAINER, J. V.; GOMES, S. T. M.; HAYASHI, C.; SANTOS-JÚNIOR, O. O.; SILVA, A. B. M.; JUSTI, K. C.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. Efeito do tempo de fornecimento de ração suplementada com óleo de linhaça sobre a composição físico-química e de ácidos graxos em cabeças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 478-484, 2003.

## **3.2 ARTIGO 2**

### **EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DA GORDURA SUÍNA NAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE, ESTABILIDADE OXIDATIVA E MICROESTRUTURA DE MORTADELA<sup>7</sup>**

João Felipe Ferraz Yunes<sup>8</sup>, Nelcindo Nascimento Terra<sup>9</sup>, Francisco Javier Hernandez Blazquez<sup>10</sup>, Liana Inês Guidolin Milani<sup>9</sup>, Marina Bergoli Scheeren<sup>8</sup>

7 Manuscrito recebido em

8 Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, CCR, UFSM.

9 Departamento de Tecnologia dos Alimentos , Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. e-mail: nelcindo@terra.com.br

10 Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil



## RESUMO

O efeito da substituição da gordura animal em mortadelas por diferentes óleos vegetais (canola, linhaça, oliva e soja), em dois níveis de substituição, (50% e 100%) foi testado considerando as características de qualidade (avaliação físico-química, sensorial e microbiológica), estabilidade oxidativa (TBARS) e microestrutura do controle e de mortadelas elaboradas com óleos vegetais. Não houveram alterações físico-químicas ( $p < 0,05$ ), com exceção da umidade, onde o tratamento S2 (óleo de soja a 100%) apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ), com o menor valor. Nas provas sensoriais feitas por painel teste, destacaram-se o controle e os tratamentos com óleos de canola e soja, os quais não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre si para os principais atributos analisados (sabor, odor e textura). Na análise de cor do produto feita pelo colorímetro, não houve diferença significativa entre os tratamentos para a coordenada  $L^*$  (brilho), exceto para S1 (soja 50%) que diferenciou-se estatisticamente para menos dos demais ( $p < 0,05$ ). Para o valor da coordenada  $a^*$  (vermelho), temos o controle, diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) com o maior valor. Por outro lado, os tratamentos com óleos de oliva e canola, apresentaram os menores valores. Para o valor da coordenada  $b^*$  (amarelo), notou-se uma heterogeneidade entre os tratamentos, sendo o menor valor para o controle. As análises do perfil de textura pelo texturômetro mostraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos com óleos vegetais, havendo diferença somente entre estes e o controle, que apresentou menor valor ( $p < 0,05$ ). Nas análises microbiológicas de mesófilos totais, logo após o preparo das mortadelas (0 dia), o maior valor observado foi de S1 (soja 50%), sendo de  $1,7 \times 10^3$  UFC/g e os demais tratamentos apresentaram contagem média menor que 100 UFC/g. Com 30 dias, os tratamentos com óleos vegetais apresentaram média de  $5,36 \times 10^5$  UFC/g enquanto o controle apresentou contagem menor que 100 UFC/g. Com 60 dias, o controle, apresentou resultado de  $5,2 \times 10^7$  UFC/g e os demais tratamentos, média de  $9,42 \times 10^6$  UFC/g. Para a contagem de bactérias lácticas, com 0 dia todos os tratamentos apresentaram contagem menor que 100 UFC/g. Com 30 dias, as contagens variaram entre  $2,3 \times 10^4$  UFC/g e  $1,05 \times 10^6$  UFC/g, correspondendo o primeiro a S1 (soja 50%) e o segundo, a C1 (canola 50%). Com 60 dias todos os tratamentos apresentaram contagens médias maiores que  $10^6$  UFC/g. Na análise da estabilidade oxidativa (TBARS), todos os tratamentos apresentaram resultados inferiores a 0,5 mg MDA/kg amostra ao longo do período de armazenamento, não apresentando nota de rancidez. Na análise de microestrutura, observou-se diferença na quantidade de gordura do controle em relação aos tratamentos C2 (canola 100%), L2 (linhaça 100%), O2 (oliva 100%) e S2 (soja 100%). Considerando que os lípidos totais foram respectivamente de 16,19%, 12,72%, 15,46%, 12,51% e 14,96%, pode-se perceber uma correlação com o teor de gordura mostrado nas micrografias (a gordura é identificada por corpos negros) com o percentual de gordura encontrado pelos métodos analíticos. Não são evidenciadas alterações estruturais significativas na emulsão. Pode-se concluir que os resultados obtidos para as análises físico-químicas, sensoriais, microbiológicas, TBARS, e microestrutura mostraram-se adequados para elaboração do embutido cozido mortadela, utilizando óleos vegetais.

**Palavras-chave:** Canola, linhaça; mortadela; óleos vegetais, oliva; soja.

## ABSTRACT

The effect of replacing the porcine fat in mortadella for different vegetable oils (canola, linseed, olive and soy), in two substitution levels (50% and 100%) was evaluated considering quality characteristics (physicochemical, sensory and microbiological analysis), oxidative stability (TBARS value), and microstructure of mortadellas made with vegetable oils. Analyzing the physicochemical composition of the treatments, it is not noticed significant difference among the treatments, except the humidity, where the treatment S2 (soy oil 100%) has presented significant difference for less ( $p < 0.05$ ), comparing to other treatments. Regarding sensory analysis made by panel test, the control and the treatments with canola oil and soy oil have not presented significant difference ( $p < 0.05$ ) to each other for the attributes flavor, scent and texture. About color analysis made with color meter device there was no significant difference ( $p < 0.05$ ) among the treatments for coordinate  $L^*$  (bright), except for treatment S1 (soy 50%), which have presented the small value ( $p < 0.05$ ). For the coordinate  $a^*$  (red color) value, the control has shown the highest value, with statistical difference ( $p < 0.05$ ) from the others treatments. The treatments with olive oil and canola oil have presented the smallest values. For the coordinate  $b^*$  (yellow color) heterogeneous values among the treatments were reported, and the lowest value was for the control. The analysis of texture profile made by texture meter device have shown no difference among the treatments with vegetable oils, but there was difference between these treatments and control, which presented smallest value ( $p < 0.05$ ). About microbiological counting of total mesophilics on day 0, the highest counting was found in S1 (soy oil 100%) with  $1.7 \times 10^3$  CFU/g and the other treatments presented average counting less than 100 CFU/g. With 30 days, the treatments with vegetable oils presented average of  $5.36 \times 10^5$  CFU/g while the control presented results lower than 100 CFU/g. With 60 days the control presented result of  $5.2 \times 10^7$  CFU/g and the other treatments an average of  $9.42 \times 10^6$  CFU/g. Regarding the acid lactic bacterias, the counting on day 0 for all the treatments was lower than 100 CFU/g. With 30 days, the results ranged between  $2.3 \times 10^4$  CFU/g for S1 (soy oil 50%) and  $1.05 \times 10^6$  CFU/g for C1 (canola oil 50%). With 60 days all the treatments presented results higher than  $10^6$  CFU/g. For TBARS analysis all the treatments have presented results lower than 0,5 mg MDA (malonaldehyde) per kg of sample during storage period, without having sensorial problems regarding the attribute rancidity. Regarding microstructure analysis, one difference was observed in the fat amount of the control comparing to the treatments C2, L2, O2 and S2 (canola oil 100%, linseed oil 100%, olive oil 100% and soy oil 100%). The total fat was 16.19% for the control, 12.72% for C2, 15.46% for L2, 12.51% for O2 and 14.96% for S2. The results have shown a correlation between the fat seen in the micrographs (the fat is identified by black bodies) and the fat the found in the analytical methods. Significant structural alterations were not verified in the emulsion. Is it possible to conclude that all presented results regarding physicochemical, sensory and microbiological analysis, TBARS values and microstructure are suitable to produce mortadellas.

**Key Words:** Canola, linseed, mortadella; olive; soy; vegetable oils.

## 1 INTRODUÇÃO

A carne e os produtos cárneos industrializados constituem importante componente nutricional em praticamente todas as sociedades ao longo dos tempos, sendo fonte essencial de proteínas, minerais e vitaminas. Porém aspectos negativos relacionados ao consumo de carnes e seus derivados tem motivado o desenvolvimento de novos produtos cárneos funcionais (VALENCIA *et al.*, 2008). Há várias possibilidades para o desenvolvimento de produtos cárneos funcionais, entre os quais se destacam a redução de sódio e a alteração da composição lipídica da carne e seus derivados.

No Brasil, os produtos de emulsão, em seu conjunto, equivalem, em relação à produção nos estabelecimentos sob inspeção federal, um total de 44,78% em relação aos demais tipos de carnes processadas (FERREIRA *et al.*, 2003). Uma formulação tradicional de mortadela do mercado brasileiro contém entre 15 e 30% de gordura, sendo a totalidade de origem animal e grande parte, saturada. Por ser um produto com gordura em sua formulação a alteração da composição lipídica pode promover muitos efeitos benéficos à sua qualidade nutricional (JIMÉNEZ-COLMENERO, CARBALLO e COFRADES, 2001). Estudos são necessários, porém, para elucidar e compreender os efeitos da substituição da gordura animal por óleos vegetais nas características de qualidade e segurança dos embutidos cozidos, especialmente aqueles conservados sob temperatura ambiente (entre 19 e 25 °C). Estudos têm sido feitos nos mais diversos produtos tais como linguiças fermentadas (MUGUERZA *et al.*, 2002; HOZ *et al.*, 2004; PELSER *et al.*, 2007), salame italiano (DEL NOBILE *et al.*, 2009), presunto curado e seco (SANTOS *et al.*, 2008), “Chorizo de Pamplona” (MUGUERZA *et al.*, 2001; MUGUERZA, ANSORENA, ASTIASARÁN, 2003), linguiças frescas (VALENCIA *et al.*, 2008) e salsichas (LURUEÑA-MARTÍNEZ, VIVAR-QUINTANA, REVILLA, 2004), considerando a composição físico-química dos produtos, sua estabilidade oxidativa, textura e cor.

Há uma grande diversidade de resultados encontrados. Del Nobile *et al.* (2009) notaram que produtos com óleo de oliva, não tiveram o mesmo desempenho sensorial do controle em salame italiano. Já Muguerza, Ansorena e Astiasarán

(2003), não encontraram diferenças sensoriais ao substituir a gordura suína por óleo de soja pré-emulsificado com proteína de soja. No mesmo estudo não foram encontradas diferenças significativas entre as análises de proteína, gordura e cinzas entre os tratamentos com óleo de soja e aqueles com gordura animal.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da substituição da gordura suína nas características de qualidade (avaliação físico-química, sensorial e microbiológica), estabilidade oxidativa (TBARS) e microestrutura de mortadelas elaboradas com óleos vegetais, comparando-as ao controle, elaborado com gordura suína.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Local e período experimental**

O experimento foi realizado nas instalações da empresa frigorífica Sadia S/A, Unidade de Concórdia - SC, no Laboratório de Microbiologia do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), e no Laboratório do Setor de Anatomia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (USP), no período de maio a outubro de 2009.

### **2.2 Matéria-prima**

Para elaboração das mortadelas utilizadas como tratamentos foram utilizadas matérias-primas, insumos e instalações da empresa frigorífica Sadia S/A, em Concórdia - SC. As matérias primas utilizadas foram inspecionadas pelo Serviço de Inspeção Federal (S.I.F. 1).

### **2.3 Preparação das mortadelas**

As matérias primas devidamente inspecionadas pelo Serviço de Inspeção Federal (S.I.F. 01) e os demais insumos foram separados nas quantidades prescritas na formulação. Após a devida separação, as matérias primas foram moídas em moedor (Tetra Laval Food- Alemanha), equipado com disco de moagem de 8 mm. Após a moagem, as matérias primas foram transportadas para equipamento tipo "cutter" (Seydelmann 400 I, Alemanha).

No cutter, a carne bovina (75 kg) e a emulsão de couro suíno (5 Kg) foram adicionadas primeiramente sob rotação de 1000 rpm, juntamente com o sal (1,9 kg) e o polifosfato de sódio (0,25 kg). Após homogeneização das carnes magras com o sal e o fosfato, foram adicionadas o gelo (29 kg), proteína de soja (2 kg) e os demais ingredientes (nitrito de sódio (0,016 kg), condimento para mortadela (1 kg), carragena (0,5 kg), alho natural (0,12 kg) e pimenta preta semi moída (0,1 kg)), deixando a mistura cominuir até aproximadamente 8 °C, quando então, foi adicionada a gordura (óleos vegetais e/ou toucinho), na quantidade de 7,5 kg para o óleo mais 7,5 kg para o toucinho nos tratamentos com aplicação de 50% de óleos vegetais, com 15 kg de toucinho no controle e com 15 kg de óleo nos tratamentos com 100% de substituição da gordura suína por óleos vegetais. Após a adição desta, a mistura foi homogeneizada sob vácuo até 17 °C, onde a mistura apresentou-se homogênea e estável. A mistura foi convenientemente denominada de “massa”, que foi transportada por carrinhos até embutideira (Handtmann VF 630, Alemanha), onde foi embutida sob vácuo em tripas celulósicas, perfazendo peças de 5 kg. As peças foram penduradas em gaiolas específicas e, foram então direcionadas ao processo de cozimento. O cozimento foi feito em etapas alternadas de secagem e defumação, até que o centro geométrico do produto atendesse 73 °C. Finalizado o processo de cozimento, iniciou-se o processo de resfriamento por convecção forçada de ar, até que o centro geométrico do produto atendesse 22 °C ao término de 5 horas. Uma vez resfriadas as amostras foram seladas a vácuo e armazenadas em temperatura entre 19 °C e 25 °C por um período de 60 dias. O processo de fabricação de mortadela seguiu o procedimento proposto por Terra (1998).

## **2.4 Composição das amostras**

Para execução das análises, os tratamentos foram codificados da seguinte maneira: P, C1, C2, L1, L2, O1, O2, S1 e S2, onde as letras indicam o tipo de óleo utilizado sendo “C” para canola, “L” para linhaça, “O” para oliva e “S” para soja e os algarismos indicam o nível de substituição feita, sendo “1” para 50% de substituição

da gordura suína e “2” para 100% de substituição da gordura suína. A letra P é o controle, elaborado totalmente com toucinho.

## 2.5 Análises físico-químicas dos produtos

As análises físico-químicas realizadas foram de umidade, carboidratos, gordura, proteína, pH e atividade de água. Todos os procedimentos analíticos foram conduzidos em triplicata.

### 2.5.1 Umidade

A determinação da umidade foi feita de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Foram pesadas 5 g de amostra em cápsula de metal previamente pesada e seca por 2 h a 105 °C, onde a amostra foi aquecida sob 105 °C por 6 horas, sendo em seguida resfriada em dessecador até temperatura ambiente. Este procedimento foi repetido até peso constante. A umidade foi calculada segundo Equação 1 que segue:

$$U = (100 \times N) / P \quad (1)$$

Onde:

U: Umidade (%);

N: Número de gramas de umidade volatilizadas;

P: Peso inicial da amostra.

### 2.5.2 Carboidratos

A determinação dos carboidratos totais foi feita de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Foram pesadas 10 g de amostra, as quais foram transferidas para um frasco Erlenmeyer de 500 mL com junta esmerilhada com o auxílio de 100 mL de água destilada, sendo adicionados 5 mL de ácido clorídrico ao conjunto. O frasco foi colocado em chapa de aquecimento, onde a mistura foi deixada em ebulição por 15 minutos, contadas a partir do início da ebulição, sendo depois autoclavadas a 121 °C por 30 minutos. Esperou-se a mistura esfriar e a mesma foi neutralizada com hidróxido de sódio 40%, com auxílio de papel indicador. A seguir foi adicionado 5 mL de ferrocianeto de potássio e 5 mL de acetato de zinco. Após foram transferidos para um balão volumétrico de 500 mL e completou-se o volume com água. Logo após a mistura foi filtrada em papel de filtro seco para um béquer de 250 mL. Logo após transferiu o filtrado para uma bureta de 50 mL. Foi colocado num erlenmeyer de 500 mL, 5 mL de cada uma das soluções de Fehling A e B previamente preparadas e padronizadas, sendo adicionada 40 mL de água destilada, deixando-se aquecer até a ebulição. Foi adicionado às gotas a solução da bureta sobre a solução do erlenmeyer em ebulição sem agitação e com auxílio pérolas de vidro, até que a solução passasse de azul a vermelho tijolo. O cálculo foi feito conforme Equação 2.

$$\text{Glicídios em glicose, por cento (m/m)} = (100 \times A \times a) / (P \times V) \quad (2)$$

A= n° de mL da solução P g da amostra;

a= n° de glicose correspondente a 5 mL das soluções de Fehling;

P= massa da amostra em g;

V= n° de mL da solução da amostra gasto na titulação.

### 2.5.3 Gordura

A determinação da gordura foi feita de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Cinco gramas da amostra previamente cominuída foi pesada em papel filtro que foi colocado em cartucho de



Soxhlet. O cartucho com a amostra foi seco em estufa a 105 °C por 6 h. foi transferido para o extrator tipo Soxhlet. O extrator foi acoplado a um balão de fundo chato previamente pesado e seco em estufa a 105 °C por 2 h. O cartucho foi submetida a extração com éter de petróleo por 3 horas. O resíduo extraído foi levado para estufa a 105 °C, até peso constante a e resfriado após em dessecador em temperatura ambiente. O cálculo dá-se conforme Equação 3:

$$L(\%) = (100 \times N) / P \quad (3)$$

L: % de lipídeos;

N= número de gramas de lipídeos;

P= número de gramas da amostra.

#### 2.5.4 Proteína

A determinação de proteínas seguiu o descrito na metodologia do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Um grama da amostra foi pesada em papel de seda, e transferido para o tubo de Kjeldahl, sendo adicionados em seguida 25 mL de ácido sulfúrico e 6 g da mistura catalítica. Em seguida a amostra foi levada ao aquecimento no digestor até a conversão total para uma solução azul-esverdeada e livre de material não digerido (pontos pretos), sendo aquecida após por mais uma hora e resfriada a seguir. Após a digestão, a solução resultante foi transferida para o balão de destilação, onde foi adicionado 10 gotas do indicador fenolftaleína e 1 g de zinco em pó e ligado em seguida. Destilou-se até ebulição onde se obteve 300 mL do destilado, adicionado com indicador vermelho de metila e 25 mL de ácido sulfúrico 0,05 M. A solução resultante da digestão foi misturada com hidróxido de sódio 30%, com ligeiro excesso de base. Por fim foi titulado o excesso de ácido sulfúrico 0,05 M com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, usando vermelho de metila. O cálculo é feito conforme Equação 4:

$$P = P / (V \times 0,14 \times f) \quad (4)$$

V= diferença entre o número de mL de ácido sulfúrico 0,05 M e o número de mL de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação;

P= Peso da amostra em grama (g);

f= Fator de conversão.

### 2.5.5 pH

A amostra foi diluída em 100 mL de água destilada até ficar homogeneamente suspensa. O pH foi determinado utilizando-se medidor digital de pH (Metter Delta 340-UK).

### 2.5.6 Atividade de água

A atividade de água foi mensurada por medidor específico de atividade de água digital (Braseq CX2. Decagon Devices Pullman-E.U.A), com curva previamente calibrada.

## 2.6 Análise sensorial

### 2.6.1 Painel teste

A análise sensorial foi realizada através de teste de aceitação, usando escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de desgostei extremamente a gostei extremamente. Para avaliação das amostras, foram utilizados 30 ou mais provadores não treinados, os quais avaliaram os atributos cor, sabor, aroma e textura. As análises com painel teste foram feitas com 0 e 45 dias de estocagem.

### 2.6.2 Determinação da cor pelo aparelho

A determinação da cor foi realizada através de colorímetro (Konica-Minolta CR 400 Chroma Meter, Japão), compreendendo as coordenadas L\*, a\* e b\*.

### 2.6.3 Determinação da textura pelo aparelho

A determinação do perfil de textura foi feita através do texturômetro apropriado (Texture Analyser TAXT2 SMS Stable Micro Systems, Inglaterra), através da compressão de um corpo de prova padronizado.

## 2.7 Análises microbiológicas

### 2.7.1 Mesófilos Totais

As amostras de mortadela (25 g) foram cominuídas e diluídas em 225 mL de água peptonada, homogeneizadas em Stomacher (BagMixer® Interscience), resultando na diluição de  $10^{-1}$  utilizada nas análises. Diluições em série foram preparadas e 0,1 mL de cada diluição foram plaqueadas em ágar PCA. As placas foram incubadas sob 37 °C por 48 h para determinação da contagem de mesófilos. Os resultados foram expressos em unidade formadora de colônias UFC/g amostra (BRASIL, 2003).

### 2.7.2 Bactérias Lácticas

As amostras de mortadela (25 g) foram cominuídas e diluídas em 225 mL de água peptonada, homogeneizadas em Stomacher (BagMixer® Interscience) por 2 minutos, resultando na diluição de  $10^{-1}$  utilizada nas análises. Diluições em série foram preparadas e 0,1 mL de cada diluição foram misturadas com 15 mL de meio de cultura ágar MRS previamente dissolvido e resfriado. A mistura foi homogeneizada, sendo aplicada uma sobrecamada de 5 mL do mesmo meio sobre a superfície já solidificada, e em seguida as placas foram incubadas sob 30 °C por 48 h para determinação da contagem de Bactérias Lácticas. Foram contabilizadas apenas as placas com número entre 25 e 250 unidades formadoras de colônias, sendo contadas apenas as colônias com cor creme e creme/esbranquiçada, às vezes lentilhada. As colônias suspeitas são confirmadas com posterior teste de catalase e coloração de Gram. Os resultados foram expressos em unidade formadora de colônias UFC/g amostra (BRASIL, 2003).

## **2.8 Determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)**

As substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) resultantes da oxidação lipídica foram determinadas segundo o método de Raharjo e Sofos (1993), onde 10 g da amostra finamente cominuída foram adicionadas 40 mL de ácido tricloroacético 5%, misturadas e filtradas em balão volumétrico com funil. Uma vez filtrado, pipetou-se 2 mL da amostra em um tubo de ensaio, adicionado em seguida 2 mL de solução de TBA 0,08M, colocando em banho maria por 5 minutos, e lido em espectrofotômetro (Biospectro SP-220) com comprimento de onda 531 nm, previamente calibrado com o branco. Os valores de TBARS foram determinados em duplicata para cada amostra e foram expressos em mg malonaldeído (MDA) por kg de amostra e foram obtidos com 0, 15, 30, 45 e 60 dias de estocagem sob temperatura variando entre 19 °C e 25 °C.

## **2.9 Análise estatística**

Todas as análises físico-químicas e microbiológicas foram feitas em triplicata, as análises de textura e colorimetria em sextuplicata e as de TBARS em duplicata. Os dados foram analisados por análise de variância (ANOVA), com delineamento inteiramente casualizado. As médias foram comparadas por teste de Tukey, com nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## **2.10 Microestrutura**

Os fragmentos de emulsão foram congelados e foram feitos cortes em criostato à temperatura de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  de  $8\text{ }\mu\text{m}$  de espessura. A seguir os cortes foram fixados em fixador de Baker (4% de paraformaldeído e 1% de cloreto de cálcio em água) a  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 15 minutos, após lavagem dos cortes em PBS (phosphate-buffered saline buffer) os cortes foram fixados em 1% tetróxido de ósmio por 2 h, corados em solução de Negro de Sudam saturada em álcool 70, e diferenciados em álcool 50, sendo cobertos por uma lamínula. Usou-se como meio de montagem a glicerina. A seguir os cortes foram observados e fotografados em um microscópio Olympus BX 60 na objetiva de 10X, usando o programa Axiovision Zeiss.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análises Físico-Químicas

Os valores das análises físico-químicas encontram-se dispostos na Tabela 2.

Tabela 2: Valores médios das análises físico-químicas de umidade, carboidratos, gordura, proteína, pH e atividade de água (Aw) de amostras de mortadelas elaboradas com gordura suína (P), óleo de canola (C1 e C2), linhaça (L1 e L2), oliva (O1 e O2) e soja (S1 e S2).

	Umidade (%)	Carboidratos (%)	Gordura (%)	Proteína (%)	pH	Aw
O1	59,59±1,00 <sup>a</sup>	6,88±0,67 <sup>a</sup>	13,31±1,17 <sup>a</sup>	12,84±0,26 <sup>b</sup>	6,02±0,53 <sup>a</sup>	0,961±0,005 <sup>a</sup>
O2	59,60±0,34 <sup>a</sup>	6,77±0,87 <sup>a</sup>	12,51±0,99 <sup>a</sup>	12,75±0,09 <sup>b</sup>	6,15±0,31 <sup>a</sup>	0,960±0,006 <sup>a</sup>
C1	60,39±0,37 <sup>a</sup>	7,08±0,61 <sup>a</sup>	13,81±1,49 <sup>a</sup>	13,02±0,27 <sup>b</sup>	6,06±0,43 <sup>a</sup>	0,960±0,003 <sup>a</sup>
C2	59,75±0,57 <sup>a</sup>	6,30±0,23 <sup>a</sup>	12,72±0,73 <sup>a</sup>	13,06±0,09 <sup>ab</sup>	5,87±0,13 <sup>a</sup>	0,958±0,003 <sup>a</sup>
S1	59,29±0,91 <sup>b</sup>	6,90±0,48 <sup>a</sup>	14,18±0,83 <sup>a</sup>	12,63±0,07 <sup>b</sup>	6,21±0,28 <sup>a</sup>	0,962±0,004 <sup>a</sup>
S2	57,45±0,84 <sup>a</sup>	6,61±0,28 <sup>a</sup>	14,96±1,42 <sup>a</sup>	14,68±0,79 <sup>a</sup>	6,20±0,30 <sup>a</sup>	0,959±0,003 <sup>a</sup>
L1	60,11±1,27 <sup>a</sup>	6,47±0,20 <sup>a</sup>	14,13±0,92 <sup>a</sup>	12,76±0,11 <sup>b</sup>	6,15±0,35 <sup>a</sup>	0,964±0,003 <sup>a</sup>
L2	58,82±0,72 <sup>a</sup>	6,50±0,49 <sup>a</sup>	15,46±1,15 <sup>a</sup>	13,35±0,48 <sup>a</sup>	6,16±0,41 <sup>a</sup>	0,964±0,004 <sup>a</sup>
P	58,23±0,82 <sup>a</sup>	6,32±0,46 <sup>a</sup>	16,19±2,28 <sup>a</sup>	12,61±1,38 <sup>b</sup>	6,11±0,27 <sup>a</sup>	0,966±0,004 <sup>a</sup>

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Controle (P), canola 50% (C1), canola 100% (C2), linhaça 50% (L1), linhaça 100% (L2), oliva 50% (O1), oliva 100% (O2), soja 50% (S1), soja 100% (S2). Dados expressos pela média ( $n=3$ ).

##### 3.1.1 Umidade

As análises de umidade variaram entre 57,45% e 60,39%, sendo que somente o tratamento S2, com o menor valor, diferenciou-se estatisticamente dos

demais ( $p < 0,05$ ). Todos os resultados apresentaram conformidade com o regulamento técnico de identidade e qualidade de mortadelas, que estabelece o limite máximo de umidade em 65% (BRASIL, 2000).

### 3.1.2 Carboidratos

Os resultados para carboidratos apresentaram valores entre 7,08% e 6,30%, sendo o maior valor para C1 e o menor para C2. Os tratamentos não apresentaram diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre si. Todos os resultados apresentaram conformidade com o regulamento técnico de identidade e qualidade de mortadelas, que estabelece o limite máximo de carboidratos em 10% (BRASIL, 2000).

### 3.1.3 Gordura

As análises de gordura não apresentaram diferença entre si ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados obtidos variaram entre 16,19% e 12,51%. O maior valor foi do controle e o menor valor, do tratamento O2. Todos os resultados apresentaram conformidade com o regulamento técnico de identidade e qualidade de mortadelas, que estabelece o limite máximo de gordura em 35% (BRASIL, 2000).

### 3.1.4 Proteínas

Os resultados para proteína apresentaram dois estratos. Os tratamentos S2, L2 e C2 apresentaram os maiores valores, diferenciando-se estatisticamente dos demais ( $p < 0,05$ ). Os tratamentos C1, O1, L1, O2, S1 e P apresentaram valores variando respectivamente entre 13,02% e 12,61%, não apresentando diferença estatística entre si ( $p < 0,05$ ). Todos os resultados apresentaram conformidade com o

regulamento técnico de identidade e qualidade de mortadelas, que estabelece o limite mínimo de proteína em 12% (BRASIL, 2000).

### 3.1.5 pH

Analisando as médias de pH através de ANOVA com fator duplo sem repetição, onde um fator é o tipo de gordura utilizada, e o outro são os dias de armazenamento, obtêm-se que somente o fator “dias de estocagem” é significativo, não havendo interferência do fator “tipo de óleo” no pH, comparativamente ao controle. As análises de pH foram realizadas com 0, 30 e 60 dias de armazenamento. Logo após a fabricação (0 dia de armazenamento), os valores médios foram de 6,43, com 30 dias 6,08 e com 60 dias, 5,79, como decorrência de uma série de fatores, entre os quais o crescimento das bactérias lácticas, e a consequente produção de ácidos, ao longo do período de armazenamento.

### 3.1.6 Atividade de água

Os valores de atividade de água não apresentaram diferença estatística entre si ao nível de 5% de probabilidade. Os valores variaram entre 0,958 e 0,966, sendo o primeiro para C2 e o segundo para o controle.

## 3.2 Análise Sensorial

### 3.2.1 Análise com Painel Teste

Os resultados da análise sensorial estão dispostos na Figura 6.



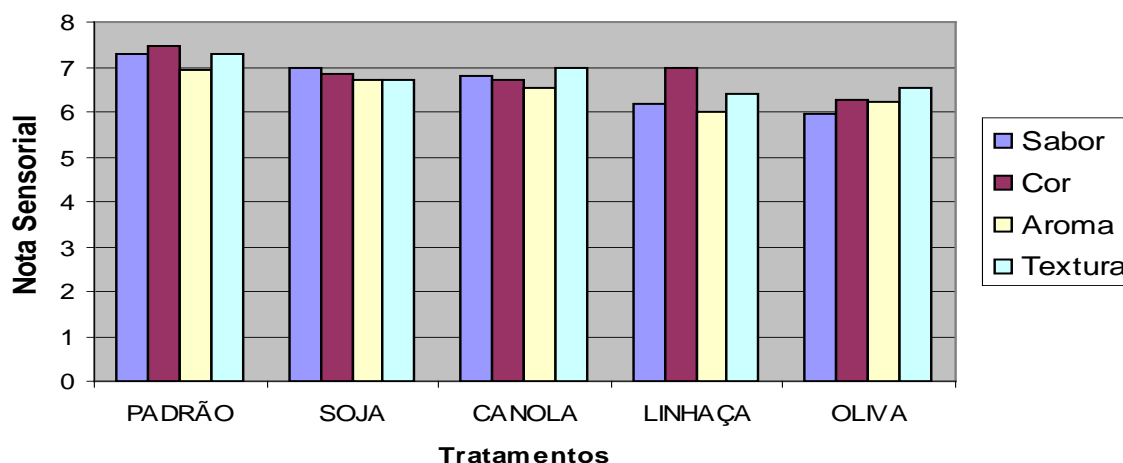


Figura 6 – Avaliação sensorial pelo painel teste das mortadelas: Controle (P), canola 100% (C2), linhaça 100% (L2), oliva 100% (O2), soja 100% (S2) realizadas com 0 e 45 dias de armazenamento. Dados expressos pela média.

As análises sensoriais foram realizadas com 0 e 45 dias de armazenamento. Por motivo de qualidade da avaliação, somente foram submetidos à prova sensorial com painel teste o controle e os tratamentos C2, L2, O2 e S2, onde o fator quantidade de óleo foi maximizado. Na análise sensorial para o atributo sabor, os tratamentos controle, soja e canola apresentaram as maiores notas com diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação aos tratamentos com linhaça e oliva, que apresentaram as menores notas, diferenciando-se estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos demais. No atributo cor, os tratamentos controle e linhaça obtiveram as maiores notas, diferenciando-se estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos tratamentos soja, canola e oliva, que obtiveram as menores notas. Já no atributo aroma, os tratamentos controle, soja e canola obtiveram as maiores notas, sobrepunhando significativamente ( $p < 0,05$ ) a oliva e linhaça que tiveram as menores notas. Para a textura, uma vez mais, o controle, canola e soja obtiveram as maiores notas e a oliva e linhaça as menores, diferenciando estatisticamente ( $p < 0,05$ ) para menos dos demais tratamentos.

Nos atributos, sabor, odor e textura os tratamentos controle, soja e canola apresentaram os melhores resultados, situando-se na escala sensorial “gostei moderadamente”. Os tratamentos com óleo de linhaça e oliva situaram-se na escala

no valor correspondente ao “gostei ligeiramente”. Para o atributo cor, os tratamentos controle e linhaça apresentaram média em “gostei moderadamente” diferindo-se significativamente ( $p < 0,05$ ) dos tratamentos com óleos de soja, canola e oliva que se situaram na escala correspondente ao “gostei ligeiramente”. Devido ao fato do perfil sensorial de um produto ser a conjunção de diversos fatores, como matéria-prima, ingredientes, processamento, estudos têm mostrado resultados diversos quanto ao perfil sensorial de um produto quando da substituição da gordura animal por óleos vegetais. Muguerza *et al.* (2002) não encontraram diferença significativa na substituição de gordura animal por óleo de oliva em até 30% em linguiça fermentada. Já Kayaardi e Gök (2003) mostraram que linguiças frescas fermentadas elaboradas com óleo de oliva substituindo 40% da gordura suína obtiveram notas maiores nos atributos sabor, aspecto e textura que os demais tratamentos. Lurueña-Martínez, Vivar-Quintana e Revilla (2004) demonstraram que a utilização de óleo de oliva combinado com gomas não apresentou diferença sensorial em relação ao controle com 20% de gordura animal. Estudo de Ambrosiadis *et al.* (1996) mostra que o óleo de soja obteve a menor nota quando comparado com outros óleos vegetais e o controle, elaborado com carne bovina.

A diversidade de resultados encontrados parece sugerir que o desempenho sensorial depende de vários fatores como tipo de produto, quantidade de gordura e nível de substituição da gordura animal. Deste modo novos estudos são necessários compreendendo novos tipos de produtos, utilizando novos tipos de óleos vegetais.

### 3.2.2 Determinação da cor pelo aparelho

Os resultados da análise colorimétrica dos tratamentos estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3: Valores médios da determinação colorimétrica de amostras de mortadelas elaboradas com gordura suína (P), óleo de canola (C1 e C2), linhaça (L1 e L2), oliva (O1 e O2) e soja (S1 e S2).

Tratamentos <sup>1</sup>	L* (brilho)	a*(vermelho)	b*(amarelo)
P	53,94 <sup>a</sup>	18,03 <sup>a</sup>	9,49 <sup>d</sup>
C1	58,53 <sup>a</sup>	15,68 <sup>c</sup>	10,42 <sup>b</sup>
C2	58,66 <sup>a</sup>	15,90 <sup>c</sup>	10,35 <sup>bc</sup>
L1	54,09 <sup>a</sup>	16,94 <sup>b</sup>	10,92 <sup>a</sup>
L2	55,58 <sup>a</sup>	16,93 <sup>b</sup>	10,72 <sup>a</sup>
O1	55,77 <sup>a</sup>	16,14 <sup>bc</sup>	11,11 <sup>a</sup>
O2	58,17 <sup>a</sup>	15,92 <sup>c</sup>	10,75 <sup>a</sup>
S1	51,11 <sup>b</sup>	16,97 <sup>b</sup>	10,02 <sup>cd</sup>
S2	56,40 <sup>a</sup>	16,54 <sup>bc</sup>	10,79 <sup>a</sup>

Médias acompanhadas pela mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Controle (P): Elaborado com gordura suína; C1: substituição de 50% da gordura suína por óleo de canola; C2: substituição de 100% da gordura suína por óleo de canola; L1: substituição de 50% da gordura suína por óleo de linhaça; L2: substituição de 100% da gordura suína por óleo de linhaça; O1: substituição de 50% da gordura suína por óleo de oliva; O2: substituição de 100% da gordura suína por óleo de oliva; S1: substituição de 50% da gordura suína por óleo de soja; S2: substituição de 100% da gordura suína por óleo de soja.

Observou-se que quanto ao brilho (L\*), o tratamento S1 apresentou menor valor e diferenciou-se estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos demais. Isso demonstra que todos os tipos de óleos utilizados, exceto S1, independentemente de seu nível de substituição, não apresentam interferência significativa no parâmetro brilho.

Em relação à cor vermelha (a\*), o controle, elaborado integralmente com gordura suína apresentou maior valor, diferenciando-se significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais tratamentos, indicando uma maior interferência na cor, em direção ao vermelho, da gordura suína da formulação. Os tratamentos S1, L1, L2, S2, O1, O2, C2 e C1 apresentaram valores decrescentes em relação ao controle, respectivamente, todos com valor intermediário e demonstrando as menores interferências neste parâmetro. Os tratamentos com soja (S2) oliva (O1 e O2) e canola (C2 e C1) apresentaram os menores valores para este parâmetro, diferenciando-se estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos demais, com os menores valores. Nota-se uma correlação direta entre os valores da coordenada a\* e as notas obtidas no painel teste, onde os maiores valores obtidos na análise colorimétrica deste

parâmetro, correspondem aos tratamentos com melhor avaliação do atributo cor no painel teste. Isso explica, em partes a predileção dos consumidores por mortadelas que apresentam cor vermelho claro, tendendo ao róseo. Para a coordenada  $a^*$  nota-se uma estratificação para o tipo de óleo utilizado com os maiores valores para o controle (P), seguido por soja, linhaça, oliva e canola.

Na análise da coordenada colorimétrica  $b^*$  (cor amarela), os tratamentos O1, L1, S2, O2, e L2 apresentaram valores maiores e estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ) dos demais tratamentos (C1, C2, S1 e P), os quais, por sua vez, obtiveram os menores valores. Os resultados não permitem estabelecer correlação entre os resultados obtidos e ambos os fatores (tipo de óleo e concentração) nos produtos analisados. Os tratamentos S1 e P obtiveram os menores valores, indicando uma menor interferência na cor, em direção ao amarelo para estes tratamentos. Pode-se concluir que os tratamentos com óleos vegetais não apresentaram interferência no parâmetro brilho ( $L^*$ ). Para a cor vermelha ( $a^*$ ), o controle apresentou maior valor em relação aos tratamentos com óleos vegetais, indicando interferência destes na cor vermelha. Para a cor amarela ( $b^*$ ) o controle apresentou menor valor em relação aos tratamentos com óleos vegetais, indicando também uma interferência destes neste parâmetro.

### 3.2.3 Análise do perfil de textura pelo aparelho

Nas análises de textura pelo texturômetro, todos os tratamentos com óleos vegetais, independentemente do nível de substituição, não apresentaram diferença estatística entre si ( $p < 0,05$ ). O controle diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ), para menos, dos tratamentos com óleos vegetais. Os resultados encontram-se dispostos na Figura 7.

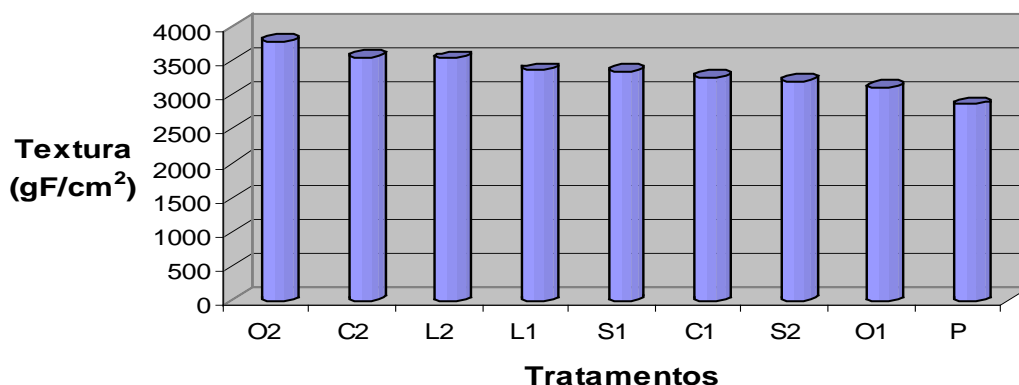


Figura 7- Análise do perfil de textura dos tratamentos: Controle (P), canola 50% (C1), canola 100% (C2), linhaça 50% (L1), linhaça 100% (L2), oliva 50% (O1), oliva 100% (O2), soja 50% (S1), soja 100% (S2). Dados expressos pela média (n=3).

Segundo Youssef e Barbut (2009), a maior resistência à compressão nos produtos elaborados com óleos vegetais pode ser explicada pelo menor tamanho dos glóbulos de óleo vegetal, resultando em uma maior superfície a ser emulsionada, requerendo mais proteína para fazer a ligação interfacial, o que torna a emulsão mais resistente a compressão.

### 3.3 Análises Microbiológicas

A contagem de mesófilos totais e bactérias lácticas foi determinada com o objetivo de aferir a qualidade microbiológica dos tratamentos e se algum deles poderia implicar em alterações sensoriais das mortadelas.

Na contagem de mesófilos totais, com 0 dia, o maior valor ocorreu no tratamento S1 sendo de  $1,7 \times 10^3$  UFC/g e os demais tratamentos, C1, C2, L1, L2, O1, O2, S2 e P, apresentaram valores menores que 100 UFC/g. Com 30 dias de estocagem, os tratamentos C1, C2, L1, L2, O1, O2, S1 e S2 apresentaram média de  $5,36 \times 10^5$  UFC/g enquanto o controle apresentou contagem inferior a 100 UFC/g. Este resultado é difícil de explicar visto que com 60 dias o controle, apresentou

resultado de  $5,2 \times 10^7$  UFC/g e os demais tratamentos (C1, C2, L1, L2, O1, O2, S1 e S2) apresentaram média de  $9,42 \times 10^6$  UFC/g. O controle não apresenta diferenças em suas barreiras em relação aos demais tratamentos, o que pode ser evidenciado pelas análises físico-químicas de umidade, gordura, atividade de água e pH. Pode-se dizer que a única diferença observada foi o fato de o controle manter-se em contagens baixas até 30 dias, para, então, igualar-se aos demais tratamentos.

Para a contagem de bactérias lácticas, com 0 dia todos os tratamentos apresentaram contagem menor que 100 UFC/g. Com 30 dias, as contagens variaram entre  $2,3 \times 10^4$  UFC/g e  $1,05 \times 10^6$  UFC/g, correspondendo o primeiro a S1 e o segundo, a C1. Com 60 dias todas os tratamentos apresentaram contagem maiores que  $10^6$  UFC/g. Para as bactérias lácticas, os resultados foram mais homogêneos entre si e crescente ao longo do período de estocagem.

### 3.4 Análises de TBARS

Os resultados de TBARS são mostrados na Figura 8.

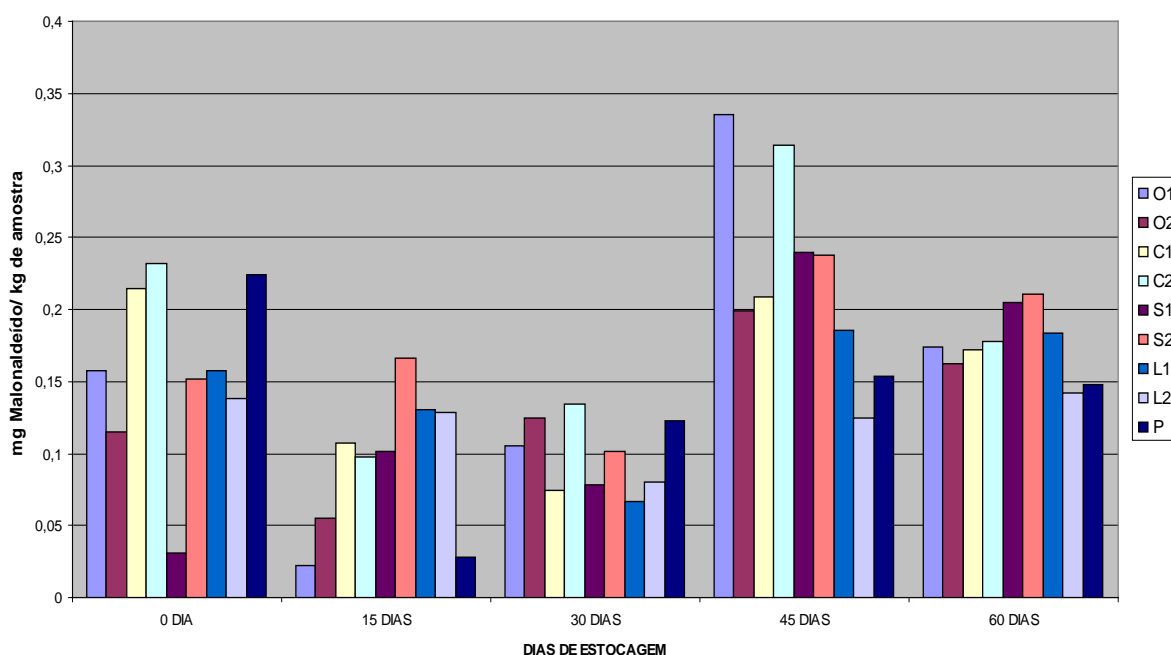


Figura 8 – Valores de TBARS das mortadelas Controle (P), canola 50% (C1), canola 100% (C2), linhaça 50% (L1), linhaça 100% (L2), oliva 50% (O1), oliva 100% (O2), soja 50% (S1), soja 100% (S2). Dados expressos pela média (n=2).

Dois aspectos singulares podem ser notados nas análises: A heterogeneidade dos resultados durante o período de armazenamento do produto, e o intervalo de valores obtidos, no qual o maior valor foi 0,34 mg MDA (Malonaldeído)/kg. Importante destacar que o maior valor obtidos nas análises se situou abaixo do threshold de 0,5 mg/kg, a partir do qual os consumidores podem detectar a rancidez (SHEARD *et al.*, 2000). Logo depois de elaboradas (0 dia de estocagem) os tratamentos C2, P, C1, O1, L1 e S2, obtiveram os maiores valores, mas não diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) entre si. Os menores valores foram dos tratamentos L2, O2 e S1. O maior valor observado foi de C1 e o menor a S1. A amplitude encontrada de valores foi de 0,2 mg MDA/kg amostra e não foi possível destacar um fator (tipo de óleo ou nível de substituição) que se destacasse perante os demais. Com 15 dias de estocagem, o tratamento S2 apresentou maior valor, seguido respectivamente pelos tratamentos L1, L2, C1, S1, C2, O2, P e O1. Com 15 dias, pode-se perceber um menor valor de TBARS para os tratamentos ricos em ácidos graxos saturados e monoinsaturados (O2, P e O1), em oposição àqueles com mais ácidos graxos poliinsaturados (L2, S2, S1, C2, L1 e C1). Com 30 dias, o tratamento C2 apresentou maior valor, seguido por O2, P, O1, S2, L2, S1, C1 e L1. Com 45 dias o tratamento O1 apresentou maior valor, seguido por C2, S1, S2, C1, O2, L1, P e L2. Com 45 dias, todos os tratamentos com óleos vegetais, exceto L2, apresentaram valores de TBARS maiores que o controle. Já com 60 dias, o tratamento S2 apresentou maior valor, seguido pelos tratamentos O2, L1, O1, C2, C1, O2, P e L2. Novamente, com 60 dias, todos os tratamentos com óleos vegetais, exceto L2, apresentaram valores de TBARS maiores que o controle. Vale ressaltar que mesmo os maiores valores obtidos pelos óleos vegetais com 45 e 60 dias situam-se em níveis seguros quanto à detecção da rancidez. Isso pode ser creditado ao conteúdo de antioxidantes naturais como  $\alpha$ -tocoferol nos óleos vegetais, bem como à qualidade das embalagens utilizadas, as quais possuem baixa permeabilidade ao oxigênio.

Há uma diversidade de resultados referentes aos valores TBARS quando da aplicação de óleos vegetais em produtos cárneos. Valencia *et al.* (2008) demonstraram que os valores de TBARS de linguiças suínas frescas elaboradas com óleo de linhaça não diferiram do controle, elaborado com toucinho. Sheard *et al.* (2000) não encontraram diferença entre os valores de TBARS de produtos suínos e derivados elaborados com animais alimentados com dieta rica em linhaça. Isso está em concordância com as análises realizadas com 0 e trinta dias de estocagem neste trabalho, onde alguns tratamentos com óleos não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação ao controle. Porém, Santos *et al.* (2008) ao estudar a suplementação da dieta de suínos com diferentes óleos e comparando a linhaça, o girassol, o controle e a combinação da linhaça mais a oliva, o tratamento com linhaça e a combinação da linhaça mais a oliva apresentaram os maiores valores de TBARS, diferenciando-se estatisticamente dos demais ( $p < 0,05$ ). Pelsler *et al.* (2007) notaram que a utilização de óleos de canola e linhaça em linguiças fermentadas mantiveram os níveis de TBARS estáveis com a utilização do primeiro, mas aumentou proporcionalmente com a utilização do segundo. Kayaardi e Gök (2003) mostraram que a despeito de sua boa aceitação sensorial o *Turkish Soudjouk*, um tipo de linguiça fermentada com óleo de oliva apresentou maiores valores de TBARS, quando comparado ao controle. Estes trabalhos estão em concordância com as análises realizadas com 15, 45 e 60 dias no presente trabalho, onde os resultados da maioria dos tratamentos com óleos vegetais apresentaram valores maiores que o controle. Muguerza, Ansorena e Astiasarán (2003) demonstraram que a substituição de gordura suína por óleo de soja em *Chorizo de Pamplona* pode reduzir os valores de TBARS nos vários níveis de substituição estudados. Isso possui similaridade com as análises realizadas com 0 e 30 dias no presente trabalho onde os tratamentos com óleos vegetais apresentaram valor médio menor que o controle.

### 3.5 Microestrutura

A análise de microestrutura teve como objetivo comparar as estruturas da emulsão dos tratamentos com óleos vegetais e do controle e se há alterações



significativas na emulsão dos primeiros. Nas micrografias observa-se uma diferença na quantidade de gordura (identificada como estruturas pretas na foto) do controle em relação aos tratamentos C2, L2, O2 e S2. Considerando que os lípides totais foram respectivamente de 16,19%, 12,72%, 15,46%, 12,51% e 14,96%, pode-se perceber uma correlação com o teor de gordura mostrado nas micrografias com o percentual de gordura encontrado nas análises laboratoriais. Não são evidenciadas alterações estruturais significativas na emulsão. As micrografias correspondentes aos tratamentos P, C2, L2, O2 e S2 estão mostrados nas figuras 9, 10, 11, 12 e 13 respectivamente. O resultado menor para o teor de lípides dos tratamentos merece futura investigação dado que a composição dos óleos vegetais compreende quase toda sua composição centesimal em lípides, o que não explica o resultado menor. Um provável explicação, é a relativa estabilidade da emulsão com os óleos vegetais o que pode dificultar a etapa de extração da gordura interferindo nas análises. Pode-se notar também que o controle possui gordura mais amorfa e com glóbulos maiores, em comparação ao tratamentos com óleos vegetais.

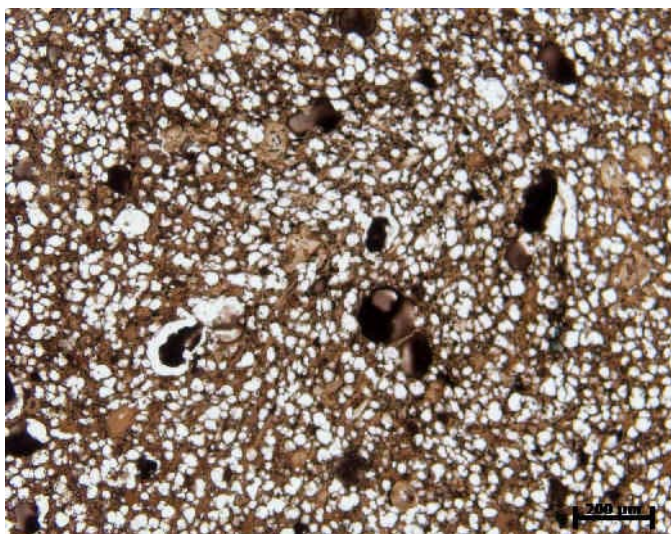


Figura 9: Micrografia do tratamento controle (P)

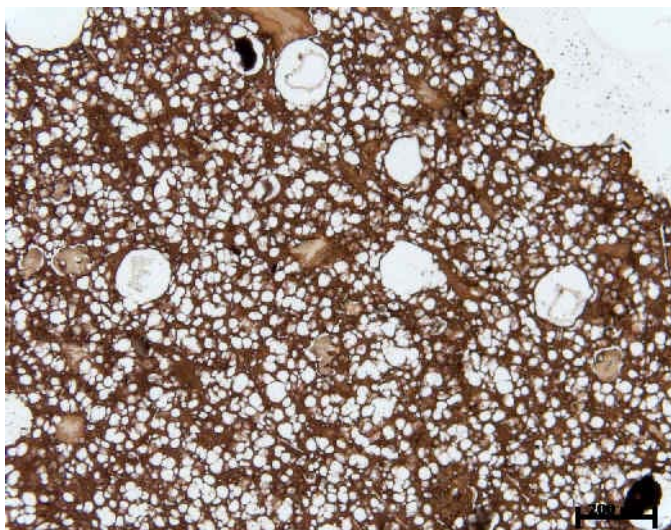


Figura 10: Micrografia do tratamento com óleo de canola 100% (C2)

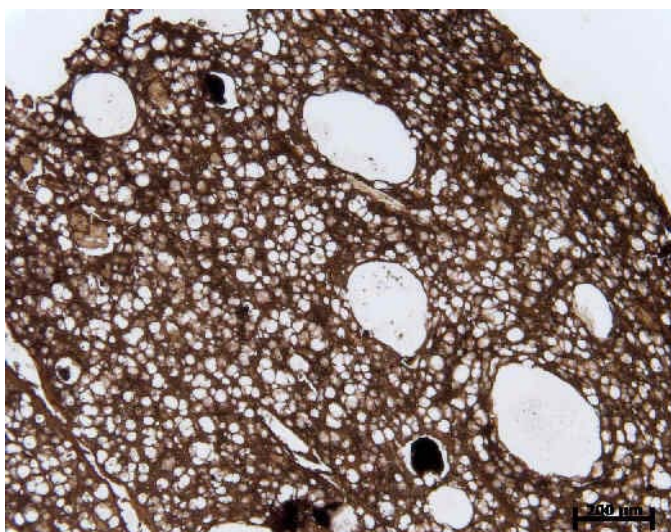


Figura 11: Micrografia do tratamento com óleo de linhaça 100% (L2)

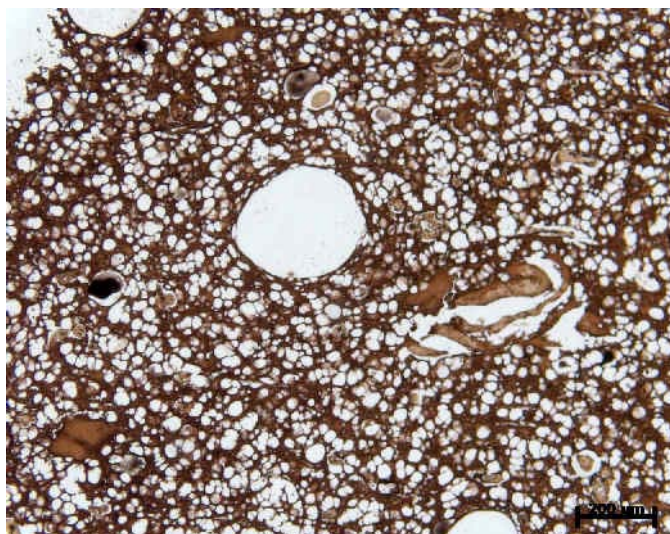


Figura 12: Micrografia do tratamento com óleo de oliva 100% (O2)

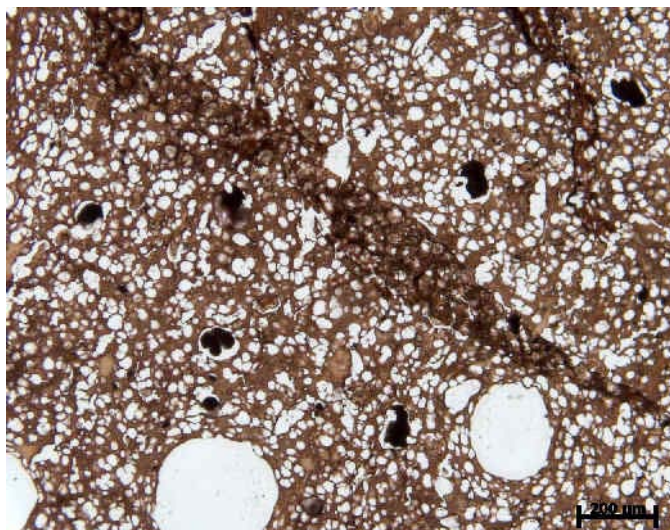


Figura 13: Micrografia do tratamento com óleo de soja 100% (S2)



## 4 CONCLUSÃO

Os óleos vegetais de canola, linhaça, oliva e soja apresentaram características satisfatórias observando-se as variáveis de qualidade, estabilidade oxidativa e de microestrutura de mortadela durante o período de armazenamento estudado. Os parâmetros físico-químicos de umidade, carboidratos, gordura e proteína mostraram-se dentro dos valores adequados e preconizados pela legislação brasileira para o regulamento técnico de identidade e qualidade de mortadelas (BRASIL, 2000).

Todos os tratamentos foram avaliados na escala sensorial pelo painel teste nos patamares “gostei ligeiramente” ao “gostei moderadamente” e as análises de cor e textura pelos respectivos aparelhos apresentaram valores satisfatórios do ponto de vista tecnológico. As análises microbiológicas apresentaram basicamente os mesmos valores, não havendo evidência da interferência do tipo de gordura utilizada nos valores obtidos no final do período de estocagem. Os valores de TBARS permaneceram abaixo de 0,5 mg MDA/kg de amostra durante todo o período de armazenamento, demonstrando boa estabilidade oxidativa.

As micrografias não apresentaram alterações significativas na emulsão, mas a quantidade de gordura observada nas fotos possui correlação com o teor de lípidos totais encontrados pelos métodos analíticos. Os resultados obtidos no presente trabalho encorajam o desenvolvimento de novas pesquisas contemplando novos óleos vegetais e outros tipos de produtos cárneos, dadas as condições tecnológicas satisfatórias encontradas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROSIADIS, J.; VARELTZIS, K. P.; GEORGAKIS, S. A. Physical, chemical and sensory characteristics of cooked meat emulsion style products containing vegetable oils. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 31, p. 189-194, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução normativa no 62, de 26 de agosto de 2003. Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 set. 2003. Seção 1, p. 14.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução normativa no 4, de 31/03/2000. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Lingüiça e de Salsicha. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 05 de abr. 2000, Seção I, p. 6-10.

DEL NOBILE, M. A.; CONTE, A.; INCORONATO, A. L.; PANZA, O.; SEVI, A.; MARINO, R. New strategies for reducing pork back-fat content in typical Italian salami. **Meat Science**, v. 81, p. 263-269, 2009.

FERREIRA, M. F.; SILVA, A. T.; ROBBS, P. G.; GASPAR, A.; SCHMELZER-NAGAL, W. Avaliação físico-química de salsichas tipo Viena com substituição de gordura animal por óleo de girassol. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2003.

HOZ, L.; D'ARRIGO, M.; CAMBERO, I.; ORDÓNEZ, J. A. Development of an n-3 fatty acid and  $\alpha$ -tocopherol enriched dry fermented sausage. **Meat Science**, v. 67, p. 485-495, 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 3. ed. São Paulo:IMESP, p. 49-51, 1985.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. Healthier meat and meat products: Their role as a functional food. **Meat Science**, v. 59, p. 5-13, 2001.

KAYAARDI, S.; GÖK, V. Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish Soudjouk (Sucuk). **Meat Science**, v. 66, p. 249-257, 2003.

LURUEÑA-MARTÍNEZ, M. A., VIVAR-QUINTANA, A. M., REVILLA, I. Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters. **Meat Science**, Barking, v. 68, n. 3, p. 383-389, 2004.

MUGUERZA, E.; GIMENO, O.; ANSORENA, D.; BLOUKAS, J. G.; ASTIASARAN, I. Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona- a traditional Spanish fermented sausage. **Meat Science**, v. 59, p. 251-258, 2001.

MUGUERZA, E.; FISTA, G.; ANSORENA, D.; ASTIASARAN, I.; BLOUKAS, J. G. Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil and processing and quality characteristics of fermented sausages. **Meat Science**, v. 61, p. 397-404, 2002.

MUGUERZA, E.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Improvement of nutritional properties of Chorizo de Pamplona by replacement of pork backfat with soy oil. **Meat Science**, v. 65; p. 1361-1367, 2003.

PELSER, W. M.; LINSSEN, J. P. H; LEGGER, A.; HOUBEN, J. H.; Lipid oxidation in n-3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. **Meat Science**, v. 75, p. 1-11, 2007.

RAHARJO, S; SOFOS, J. N. Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues: A review. **Meat Science**, v. 35, n.2, p. 145-169, 1993.

SANTOS, C.; HOZ, L.; CAMBERO, M. I. ; CABEZA, M. C.; ORDOÑES, J. A. Enrichment of dry-cured ham with  $\alpha$ -linolenic acid and  $\alpha$ -tocopherol by the use of linseed oil and  $\alpha$ -tocopheryl acetate in pig diets. **Meat Science**, v. 80, n.2, p. 668-674, 2008.

SHEARD, P. R.; ENSER, M.; WOOD, J. D.; NUTE, G. R.; GILL, B. P.; RICHARDSON, R. I. Shelf life and quality of pork products with raised n-3 PUFA. **Meat Science**, v. 55, p. 213-221, 2000.

TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologia de Carnes**. São Leopoldo: UNISINOS, 1998. Séc. 3, p. 143-144.

VALENCIA, I.; O'GRADY, M. N.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I.; KERRY, J. P. Enhancement of the nutritional status and quality of fresh pork sausages following the addition of linseed oil, fish oil and natural antioxidants. **Meat Science**, v. 80, p. 1046-1054, 2008.

YOUSEF, M. K; BARBUT, S. Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. **Meat Science**, v. 82, p.228-233, 2009.

## 4 DISCUSSÃO

Foram avaliados os efeitos nutricionais da substituição da gordura suína por óleos vegetais (canola, linhaça, oliva e soja), sendo avaliado o perfil de ácidos graxos, a qualidade nutricional e o teor de colesterol dos tratamentos. Os níveis de substituição foram de 50% e 100% para cada óleo. Sendo assim, os tratamentos gerados foram Controle (P), com 100% de gordura suína, C1 (canola 50%), C2 (canola 100%), L1 (linhaça 50%), L2 (linhaça 100%), O1 (oliva 50%), O2 (oliva 100%), S1 (soja 50%) e S2 (soja 100%).

A relação entre a quantidade de ácidos graxos poliinsaturados/saturados deve ser a maior possível, preferencialmente maior que 0,4 (WOOD *et al.*, 2003). Todos os tratamentos apresentaram valores maiores que o controle P, com destaque para os tratamentos com óleos de linhaça, canola e soja. Na relação poliinsaturados/saturados pode-se perceber uma nítida relação com o teor de gordura animal, pois todos os tratamentos com 50% de óleo vegetal, apresentaram valores menores que seus pares com 100% de óleo. Enfim, pode-se dizer que a gordura suína possui forte interferência no valor do quociente entre a quantidade de ácidos graxos poliinsaturados e ácidos graxos saturados, reduzindo seu valor quando utilizada.

Embora os a relação poliinsaturados/saturados por si só já expresse o valor nutricional dos lipídeos de um alimento, a análise da composição dos ácidos graxos faz-se necessária. Analisando-se os ácidos graxos saturados, o ácido mirístico C (14:0) foi encontrado em maiores quantidades no tratamento P, elaborado com gordura suína, seguido pelos tratamentos O2, S1, L1, C1, O1, S2, L2 e C2. Já o ácido palmítico C (16:0), o mesmo foi encontrado em maiores quantidades em P, seguido por S1, O2, L1, O1, C1, S2, L2 e C2. O ácido esteárico, C (18:0), foi encontrado em quantidades maiores em P, seguido por O2, O1, L1, S1, C1, S2, C2 e L2. Para os ácidos graxos insaturados, o ácido palmitoléico C (16:1) foi encontrado em maiores quantidades no controle (P), seguido pelos tratamentos S1, L1, L2, C1, O2, S2, O1 e C2. O ácido oléico, C (18:1), foi encontrado em maiores quantidades



em C2, seguido pelos tratamentos O2, O1, C1, P, S1, L1, L2 e S2. Já o ácido linoléico C (18:2), foi encontrado em quantidades maiores em S2, seguido por S1, C2, C1, O2, O1, L1, L2 e P. O ácido graxo  $\gamma$ -linolênico C (18:3) foi encontrado em maiores quantidades em L 2, seguido por L1 e após por C2, S2, C1, S1, O2, O1 e P. Os resultados estão em concordância com Muguerza, Ansorena e Astiasarán (2003) que ao aplicarem óleo de soja na manufatura de *Chorizo de Pamplona*, observaram o aumento de ácido linoléico C (18:2) proporcional à quantidade do óleo utilizada e aumento da relação poliinsaturados/saturados. O estudo acima citado possui resultados similares com o presente trabalho, onde o ácido graxo poliinsaturado  $\omega$ -6 ( $\gamma$ -linolênico C (18:3)) foi encontrado em quantidades significativamente superiores ( $p < 0,05$ ) em L2, seguido por L1 e após por C1, C2, S1 e S2.

Nas análises de colesterol, observou-se que os valores obtidos não obtiveram diferença estatística entre si ao nível de 5% de significância. Analisando, porém, sob outra variável, o percentual de redução em relação ao controle, observa-se que em todos os tratamentos houve uma redução cujo percentual variou entre 3% e 28% aproximadamente. Os maiores percentuais de redução foram observados nos tratamentos L1, O1 e S1 e os menores em C1, L2 e S2. Muguerza *et al.* (2001), demonstraram que a substituição de gordura de costado suína por óleo de oliva pré-emulsionado pode reduzir o colesterol em até 22%, quando o nível de substituição chega a 30% da gordura suína. Já Azcona *et al.* (2008) demonstraram que carnes provenientes de animais alimentados com linhaça apresentaram percentual de redução de colesterol na carne entre 3% e 4% aproximadamente. Muguerza, Ansorena e Astiasarán (2003) não encontraram diferença significativa nos tratamentos substituindo até 25% de gordura de costado suína por óleo de soja. De um modo geral, os estudos com alteração do perfil de ácidos graxos e utilização de óleos vegetais não mostram uma redução expressiva do colesterol e dependem de vários fatores intrínsecos como composição da formulação, processamento e composição físico-química do produto final.

Com base nos resultados acima expostos e discutidos, neste experimento também foi avaliado o efeito da substituição de gordura suína por diferentes óleos vegetais nas características de qualidade (avaliação físico-química, sensorial e

microbiológica), estabilidade oxidativa (TBARS) e microestrutura do controle e das mortadelas elaboradas com óleos vegetais.

Nas análises físico-químicas, os resultados para proteína apresentaram dois estratos. Os tratamentos S2, L2 e C2 apresentaram os maiores valores, diferenciando-se estatisticamente dos demais ( $p < 0,05$ ). Os tratamentos C1, O1, L1, O2, S1 e P apresentaram valores variando respectivamente entre 13,02% e 12,61%, não apresentando diferença estatística entre si ( $p < 0,05$ ). As análises de umidade variaram entre 57,45% e 60,39%, sendo que somente o tratamento S2, com o menor valor, diferenciou-se estatisticamente dos demais ( $p < 0,05$ ). As análises de gordura não apresentaram diferença entre si ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados obtidos variaram entre 16,19% e 12,51%, sendo o maior valor para o controle e o menor para o tratamento O2. Analisando as médias de pH através de ANOVA com fator duplo sem repetição, onde um fator é o tipo de gordura utilizada e o outro são os dias de armazenamento, obtêm-se que somente o fator dias de estocagem é significativo, não havendo interferência do fator tipo de óleo no pH. Com 0 dia de armazenamento os valores médios foram de 6,43, com 30 dias, 6,08 e com 60 dias, 5,79, como decorrência de uma série de fatores, entre os quais o crescimento das bactérias lácticas, e a conseqüente acidificação do meio ao longo do período de armazenamento. Os valores de atividade de água não apresentaram diferença estatística entre si ao nível de 5% de probabilidade. Os valores variaram entre 0,958 e 0,966, sendo o primeiro para C2 e o segundo para o controle. Todos os valores físico-químicos encontrados estão dentro do previsto pela legislação brasileira (BRASIL, 2000) e não há interferência significativa dos tratamentos com óleos vegetais nos parâmetros físico-químicos avaliados.

Na análise sensorial pelo painel teste para o atributo sabor, os tratamentos controle, soja e canola apresentaram as maiores notas com diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação aos tratamentos com linhaça e oliva, que apresentaram as menores notas, diferenciando-se estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos demais. No atributo cor, os tratamentos controle e linhaça obtiveram as maiores notas, diferenciando-se estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos tratamentos soja, canola e oliva, que obtiveram as menores notas. Já no atributo aroma, os tratamentos controle, soja e canola obtiveram as maiores notas, sobrepujando significativamente ( $p < 0,05$ ) a oliva e

linhaça que tiveram as menores notas. Para o atributo textura, uma vez mais, o controle, canola e soja obtiveram as maiores notas e a oliva e linhaça as menores, diferenciando estatisticamente ( $p < 0,05$ ) para menos dos demais tratamentos. Pode-se concluir que as notas sensoriais obtidas no painel sensorial satisfazem as condições sensoriais para produto mortadela, com destaque para os tratamentos com óleo de soja e canola que obtiveram notas médias correspondentes ao “gostei moderadamente” nos atributos odor, sabor e textura.

Para a análise de cor pelo colorímetro, observou-se que quanto ao brilho ( $L^*$ ), apenas o tratamento S1, com menor valor, diferenciou-se estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos demais. Isso demonstra que todos os tratamentos, exceto S1, não apresentaram interferência significativa no parâmetro luminosidade.

Para a cor vermelha ( $a^*$ ), o controle, elaborado integralmente com gordura suína, apresentou maior valor, diferenciando-se significativamente ( $p < 0,05$ ), dos demais indicando uma maior interferência na cor, em direção ao vermelho, da gordura suína. Os tratamentos S1, L1, L2, S2, O1, O2, C2 e C1 apresentaram valores decrescentes em relação ao controle, respectivamente, todos com valor intermediário e também demonstrando interferência neste parâmetro. Os tratamentos com soja (S2) oliva (O1 e O2) e canola (C2 e C1) apresentaram os menores valores para este parâmetro, não diferenciando-se estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ). Os óleos de canola e oliva apresentaram menores interferências em relação ao vermelho. Nota-se uma correlação direta entre os valores da coordenada  $a^*$ , onde os maiores valores da análise colorimétrica, correspondem ao tratamento com melhor avaliação sensorial do atributo cor pelo painel teste. Isso explica, em partes, a predileção dos consumidores por mortadelas que apresentam cor vermelho claro, tendendo ao róseo, em detrimento da cor bege ou à cor rosa esmaecida.

Na análise da cor amarela ( $b^*$ ), os tratamentos O1, L1, S2, O2, e L2 apresentaram valores maiores e estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ) dos demais tratamentos (C1, C2, S1 e P), os quais, por sua vez, apresentaram os menores valores. Os resultados não permitem estabelecer correlação entre os resultados obtidos e ambos os fatores (tipo de óleo e concentração) nos produtos analisados. O tratamento P obteve o menor valor, indicando uma menor interferência na cor, em

direção ao amarelo. A comparação dos parâmetros colorimétricos é especialmente difícil, pela cor ser altamente específica, podendo alterar mediante à mínima alteração em uma formulação, onde alteração somente de alguns ingredientes, pode alterar a cor do produto.

Para o perfil de textura analisado via texturômetro, todos os tratamentos com óleos vegetais, independentemente do nível de substituição, não apresentaram diferença estatística entre si ( $p < 0,05$ ). O controle diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) para menos dos demais tratamentos. Segundo Youssef e Barbut (2009) a maior resistência à compressão nos produtos elaborados com óleos vegetais pode ser explicada pelo menor tamanho dos glóbulos de óleo vegetal, gerando uma maior superfície a ser emulsionada, requerendo, por sua vez, mais proteína para ligar, o que torna a emulsão mais resistente a compressão. Porém, dentro da amplitude observada, os valores obtidos no perfil de textura foram considerados adequados para a aceitação, conforme comprova a análise sensorial.

Na contagem dos mesófilos totais, com 0 dia, todos os tratamentos apresentaram valores dentro dos limites preconizados pela legislação brasileira na RDC 12 (BRASIL, 2001), com o maior valor para S1, sendo de  $1,7 \times 10^3$  UFC/g e os demais tratamentos menores que 100 UFC/g. Com 30 dias de estocagem, os tratamentos com óleos vegetais apresentaram contagem média de  $5,36 \times 10^5$  UFC/g enquanto o controle apresentou contagem menor que 100 UFC/g. Este resultado é difícil de explicar visto que com 60 dias o controle, apresentou resultado de  $5,2 \times 10^7$  UFC/g e os demais tratamentos  $9,42 \times 10^6$  UFC/g. Para a contagem de bactérias lácticas, com 0 dia, todos os tratamentos apresentaram contagem menor que 100 UFC/g. Com 30 dias, as contagens variaram entre  $2,3 \times 10^4$  UFC/g e  $1,05 \times 10^6$  UFC/g, correspondendo o primeiro a S1 e o segundo, a C1. Com 60 dias todas os tratamentos apresentaram contagem maiores que  $10^6$  UFC/g. Para as bactérias lácticas, os resultados foram mais homogêneos entre si e crescente ao longo do período de estocagem, não havendo indícios de interferência do tipo de óleo/gordura utilizado nos resultados microbiológicos.

Com relação à estabilidade oxidativa, dois aspectos singulares podem ser notados nas análises: A heterogeneidade dos resultados durante o período de

armazenamento do produto, e o intervalo de valores obtidos, no qual o maior valor foi 0,34 mg MDA (Malonaldeído)/kg. Importante destacar que o maior valor obtidos nas análises se situou abaixo do threshold de 0,5 mg/kg, a partir do qual os consumidores podem detectar a rancidez (SHEARD *et al.*, 2000). Logo depois de elaboradas (0 dia de estocagem) os tratamentos C2, P, C1, O1, L1 e S2, obtiveram os maiores valores, mas não diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) entre si. Os menores valores foram dos tratamentos L2, O2 e S1. O maior valor observado foi de C1 e o menor a S1. A amplitude encontrada de valores foi de 0,2 mg MDA/kg amostra e não foi possível destacar um fator (tipo de óleo ou nível de substituição) que se destacasse perante os demais. Com 15 dias de estocagem, o tratamento S2 apresentou maior valor, seguido respectivamente pelos tratamentos L1, L2, C1, S1, C2, O2, P e O1. Com 15 dias, pode-se perceber um menor valor de TBARS para os tratamentos ricos em ácidos graxos saturados e monoinsaturados (O2, P e O1), em oposição àqueles com mais ácidos graxos poliinsaturados (L2, S2, S1, C2, L1 e C1). Com 30 dias, o tratamento C2 apresentou maior valor, seguido por O2, P, O1, S2, L2, C1 e L1. Com 45 dias o tratamento O1 apresentou maior valor, seguido por C2, S1, S2, C1, O2, L1, P e L2. Com 45 dias, todos os tratamentos com óleos vegetais, exceto L2, apresentaram valores de TBARS maiores que o controle. Já com 60 dias, o tratamento S2 apresentou maior valor, seguido pelos tratamentos O2, L1, O1, C2, C1, O2, P e L2. Novamente, com 60 dias, todos os tratamentos com óleos vegetais, exceto L2, apresentaram valores de TBARS maiores que o controle. Vale ressaltar que mesmo os maiores valores obtidos pelos óleos vegetais com 45 e 60 dias situam-se em níveis seguros quanto à detecção da rancidez. Isso pode ser creditado ao conteúdo de antioxidantes naturais como o  $\alpha$ -tocoferol nos óleos vegetais, bem como à qualidade das embalagens utilizadas, as quais possuem baixa permeabilidade ao oxigênio.

Há uma diversidade de resultados referentes aos valores TBARS quando da aplicação de óleos vegetais em produtos cárneos. Valencia *et al.* (2008) demonstraram que os valores de TBARS de linguiças suínas frescas elaboradas com óleo de linhaça não diferiram do controle, elaborado com toucinho. Sheard *et al.* (2000) não encontraram diferença entre os valores de TBARS de produtos suínos e derivados elaborados com animais alimentados com dieta rica em linhaça. Isso está em concordância com as análises realizadas com 0 e trinta dias de estocagem neste

trabalho, onde alguns tratamentos com óleos não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação ao controle. Porém, Santos *et al.* (2008) ao estudar a suplementação da dieta de suínos com diferentes óleos e comparando a linhaça, o girassol, o controle e a combinação da linhaça mais a oliva, o tratamento com linhaça e a combinação da linhaça mais a oliva apresentaram os maiores valores de TBARS, diferenciando-se estatisticamente dos demais ( $p < 0,05$ ). Pelsler *et al.* (2007) notaram que a utilização de óleos de canola e linhaça em linguiças fermentadas mantiveram os níveis de TBARS estáveis com a utilização do primeiro, mas aumentou proporcionalmente com a utilização do segundo. Kayaardi e Gök (2003) mostraram que a despeito de sua boa aceitação sensorial o *Turkish Soudjouk*, um tipo de linguiça fermentada com óleo de oliva apresentou maiores valores de TBARS, quando comparado ao controle. Estes trabalhos estão em concordância com as análises realizadas com 15, 45 e 60 dias no presente trabalho, onde os resultados da maioria dos tratamentos com óleos vegetais apresentaram valores maiores que o controle. Muguerza, Ansorena e Astiasarán (2003) demonstraram que a substituição de gordura suína por óleo de soja em *Chorizo de Pamplona* pode reduzir os valores de TBARS nos vários níveis de substituição estudados. Isso possui similaridade com as análises realizadas com 0 e 30 dias no presente trabalho onde os tratamentos com óleos vegetais apresentaram valor médio menor que o controle.

Nas micrografias observa-se uma diferença na quantidade de gordura (identificada por corpos pretos nas micrografias) do controle em relação aos tratamentos C2, L2, O2 e S2. Considerando que os lípides totais foram respectivamente de 16,19%, 12,72%, 15,46%, 12,51% e 14,96% respectivamente, pode-se perceber uma correlação com o teor de gordura mostrado nas micrografias com o percentual de gordura encontrado nos métodos analíticos. Não foram evidenciadas alterações estruturais na emulsão.

## 5 CONCLUSÃO GERAL

Os óleos vegetais de canola, linhaça, oliva e soja aplicados em dois níveis de substituição da gordura suína (50% e 100%) em mortadela alteraram o perfil de ácidos graxos, com aumento da relação dos ácidos graxos poliinsaturados/saturados, melhorando sua qualidade nutricional. Todos os tratamentos apresentaram teor de colesterol menores que o controle com o percentual de redução variando entre 3% e 28%.

As análises físico químicas apresentaram valores satisfatórios e em concordância com a legislação vigente para os atributos umidade, carboidratos, gordura e proteína. Para as análises de pH e atividade de água, não foram observadas diferenças significativas entre o controle e os tratamentos com óleos vegetais C1, C2, L1, L2, O1, O2, S1 e S2.

Na avaliação sensorial dos tratamentos pelo painel teste, nota-se que os tratamentos elaborados integralmente com óleos de soja, canola e o controle obtiveram melhor desempenho sensorial nos atributos sabor, aroma e textura, exceção do atributo cor, onde o tratamento com linhaça e o controle obtiveram as maiores notas.

Na análise da cor pelo colorímetro, observou-se que quanto ao brilho ( $L^*$ ), apenas o tratamento S1, com menor valor, diferenciou-se estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos demais. Isso demonstra que todos os tipos de óleos utilizados, exceto S1, não apresentam interferência significativa no parâmetro brilho. Na análise da cor vermelha ( $a^*$ ), o controle, elaborado integralmente com carne suína, apresentou maior valor, diferenciando-se significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais indicando uma maior interferência na cor, em direção ao vermelho, da gordura suína da formulação. Na análise da cor amarela ( $b^*$ ), os tratamentos O1, L1, S2, O2, e L2 apresentaram valores maiores e estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ) dos demais tratamentos (C1, C2, S1 e P), os quais, por sua vez, não se diferenciaram ( $p < 0,05$ ) entre si. O menor

valor foi observado para o tratamento P, indicando menor interferência da gordura suína em direção ao amarelo.

Para o perfil de textura medido pelo texturômetro, não foi observada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos, exceto para o controle (P), cujo valor obtido foi significativamente diferente ( $p < 0,05$ ), para menos, em relação aos demais tratamentos com óleos vegetais.

Nas análises microbiológicas, foi observada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) somente para os mesófilos totais, onde com 30 dias de armazenamento o controle apresentou contagem menor que os demais tratamentos. Com 0 e 60 dias os tratamentos com óleos vegetais (C1, C2, L1, L2, O1, O2, S1 e S2) e o controle não diferenciaram-se entre si ( $p < 0,05$ ). Para a contagem de bactérias lácticas, não foi observada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o controle e os tratamentos com óleos vegetais citados ao longo do período de estocagem.

Do dia 0 até o 60º dia de armazenamento, os resultados de TBARS mantiveram-se baixos, com o valor máximo obtido de 0,34 mg MDA/kg amostra, abaixo do threshold para detecção da rancidez. Nas micrografias não foram observadas diferenças na estrutura da emulsão.

Os resultados obtidos com o presente experimento encorajam o desenvolvimento de produtos cárneos funcionais, com melhor composição lipídica, menos colesterol e que atendam as características de qualidade e tecnologia para o embutido cozido mortadela.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGOKE, G. O. et al. Antioxidants and lipid oxidation in food- a critical appraisal. **Journal of Food Science & Technology**. Mysori, v. 35, n. 4, p. 283-298, July/Aug. 1998.

AHMED, P. O; MILLER, M. F; LYON, C. E; VAUGHTERS, H. M; REAGAN, J. O. Physical and sensory characteristics of low fat fresh pork sausage processed with various levels of added water. **Journal of Food Science**, v. 55, n. 3, p. 625-628, 1990.

AMBROSIADIS, J.; VARELTZIS, K. P.; GEORGAKIS, S. A. Physical, chemical and sensory characteristics of cooked meat emulsion style products containing vegetable oils. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 31, p. 189-194, 1996.

ANSORENA, D.; ASTIASARAN, L. The use of linseed oil improves nutritional quality of the lipid fraction of dry fermented sausage. **Food Chemistry**, London, v. 87, n. 1, p. 69-74, Aug. 2004.

ARAÚJO, M. A. J. **Química dos alimentos**- teoria e prática. 2. ed. - Viçosa: UFV, 416 p. 1999.

ARAVANIS, C.; DONTAS, A. **Seventeen-year mortality from coronary heart disease in Greek islands heart study. Abstracts, 18<sup>th</sup> annual. Conference on Cardiovascular Disease Epidemiology**. Orlando, FL.

ARIHARA, K. Strategies for designing novel functional meat products. **Meat Science**, Barking, v. 74, n. 1, p. 219-229, Sept. 2006.

ARUOMA, O. I. Nutrition and health aspects of free radicals and antioxidants. **Food Chemical Toxicology**, v. 32, n. 7, p. 671-683, July 1994.

AZCONA, J. O. et al. Meat quality of Argentinean "Camperos" chicken enhanced in omega-3 and omega-9 fatty acids. **Meat Science**, Barking, v. 79, n. 3, p. 437-433, July 2008.

BANG, H.O.; DYERBERG, J.; NIELSEN, A. B. Plasma lipid and lipoprotein pattern in Greenlandic west-coast eskimos. **Lancet**, v. 1, n. 7710, p.1143-5, June 1971.

BERGER, K. G.; HAMILTON, R. J. (Eds.). **Developments in Oils and Fats**. London: Chapman & Hall, 1995, cap. 7.

BJERRGAARD, P.; PEDERSEN, H. S.; MULVAD, G. The associations of a marine diet with plasma lipids, blood glucose, blood pressure and obesity among the Inuit in Greenland. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 54, n. 9, p. 732–737, Sept. 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução normativa no 4, de 31/03/2000. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Lingüiça e de Salsicha. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 05 de abr. 2000, Seção I, p. 6-10.

BRUM, E. B. **Antioxidante natural de Marcela (*Acrhyrocline satureioides*) e de Erva Mate (*Ilex paraguariensis*) na elaboração de Lingüiça Toscana**. 2009. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

CHRISTAKIS, G., FORDYCE, M. K., KURTZ, C. S. The biological aspects of olive oil. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON THE BIOLOGICAL VALUE OF OLIVE OIL, 3., 1980, Hania. **Proceedings ...** Hania, 1980.

DEL NOBILE, M. A. et al. New strategies for reducing pork back-fat content in typical Italian salami. **Meat Science**, Barking, v. 81, n. 1, p. 263-269, Jan. 2009.

DONNELLY, J. K., ROBINSON, D. S. Invited review. Free radical in foods. **Free Radical Research**, Yverdon, v. 22, n. 2, p. 101-106, Feb. 1995.

ENSER, M. et al. Fatty acid content and composition of English beef, lamb, pork at retail. **Meat Science**, barking, v. 42, n. 4, p. 443-456, Apr. 1996.

FERREIRA, M. F. et al. Avaliação físico-química de salsichas tipo Viena com substituição de gordura animal por óleo de girassol. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 1, p.1-7, Jan./June 2003.

FOEGEDING, E. A.; RAMSEY, S. R. Effect of gums in low fat meat batters. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 51, p. 33-36 46, 1986.

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

GIESE, J. Developing a low-fat meat products. **Food Technology**, Chicago, v. 46, n. p. 100-108, 1992.

GÓMEZ, M. E. D. B. **Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta**. I. Estabilidade oxidativa 2003. 149 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

GUSTAFSSON, I. B. et al. A diet rich in monounsaturated rapeseed oil reduces the lipoprotein cholesterol concentration and increases the relative content of n-3 fatty acids in serum in hyperlipidemic subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 59, p. 667-674, 1994.

HEDRICK, H. B. et al. **Principles of Meat Science**. 3<sup>rd</sup> ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing, 1994. 354 p.

HOZ, L. et al. Development of an n-3 fatty acid and  $\alpha$ -tocopherol enriched dry fermented sausage. **Meat Science**, Barking, v. 67, n. 3, p. 485-495, July 2004.

HSIEH, R. J.; KINSELLA, J. E. Oxidation of polyunsaturated fatty acids: mechanisms, products, and inhibition with emphasis on fish. **Advances in Food and Nutrition Research**, San Diego, v. 33, p. 233-241, 1989.

HUGO, A.; ROODT, E. Significance of Porcine Fat Quality in Meat Technology: A Review. **Food Reviews International**, New York, v. 23, n. 2, p. 175-198, Apr. 2007.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. Healthier meat and meat products: Their role as a functional food. **Meat Science**, Barking, v. 59, n. 1, p. 5-13, Sept. 2001.

KAHL, R.; HILDEBRANDT, A. G. Methodology for studying antioxidant activity and mechanisms of action of antioxidants. **Food Chemical Toxicology**, v. 24, n. 10/11, p. 1007-1014, 1986.

KAYAARDI, S.; GÖK, V. Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish Soudjouk (Sucuk). **Meat Science**, Barking, v. 66, n. 1, p. 249-257, Jan. 2003.

KUBOW, S. Lipid oxidation products in food and atherogenesis. **Nutrition Reviews**, New York, v. 51, n. 2, p. 33-40, 1993.

LU, P. et al. Effects of soybean oil and linseed oil on fatty acid compositions of muscle lipids and cooked pork flavour. **Meat Science**, barking, v. 80, n. 3, p. 910-918, Nov. 2008.

LURUEÑA-MARTÍNEZ, M. A., VIVAR-QUINTANA, A. M., REVILLA, I. Effect of locust bean/xanthan gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters. **Meat Science**, Barking, v. 68, n. 3, p. 383-389, nov. 2004.

MARQUES, A. C. y. **Propriedades funcionais da linhaça ( *Linum usitatissimum* L.) em diferentes condições de preparo e de uso em alimentos**. 2008. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

MAW, S. J. et al. Physical characteristics of pig fat and their relation to fatty acid composition. **Meat Science**, barking, v. 63, n. 2, p. 185-190, Feb. 2003.

MELA, D. J. The basis of dietary fat preferences. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 1, n. 3, p. 71-73, 1990.

MITTAL, G. S.; BARBUT, S. Effects of various cellulose gums on the quality parameters of low-fat breakfast sausages. **Meat Science**, Barking, v. 35, n. 1, p. 93-103, 1993

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais na Indústria de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1998. 150 p.

MUGUERZA, E. et al. Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona- a traditional Spanish fermented sausage. **Meat Science**, Barking, v. 59, n. 3, p. 251-258, Nov. 2001.

MUGUERZA, E.; FISTA, G.; ANSORENA, D.; ASTIASARAN, I.; BLOUKAS, J. G. Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil and

processing and quality characteristics of fermented sausages. **Meat Science**, v. 61, p. 397-404, 2002.

MUGUERZA, E.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Improvement of nutritional properties of Chorizo de Pamplona by replacement of pork backfat with soy oil. **Meat Science**, Barking, v. 65, n. 4, p. 1361-1367, Dec. 2003.

MUGUERZA, E. et al. Effect of fat level and replacement of Pork Backfat with olive oil on the Lipid Oxidation and Volatile Compounds of Greek Dry Fermented Sausages. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 68, n. 4, p. 1531-1536, July/Aug. 2003.

NAWAR, W. W. Lipids. In: FENEMA, O. R. **Food Chemistry**. 3<sup>rd</sup> ed. New York : Marcel Dekker, 1996. cap. 5. p.225-319.

NYDAHL, M. et al. Similar effects of rapeseed oil (canola oil) and olive oil in a lipid lowering diet for patients with hyperlipoproteinemia. **Journal of American College of Nutrition**, v. 14, p. 643-651, 1995.

NORTHRUP, C. **A sabedoria da Menopausa**: criando saúde física e emocional, curando-se durante a mudança. São Paulo: Ed. Gaia, 2004.

OLIVO, R. **O mundo do frango**: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma: Ed. do Autor, 2006. 680 p.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Emulsões Cárneas. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. (Ed.). **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo, SP: Varela, 2006, cap. 9, p. 95-113.

OSPINA-E, J. C. et al. Development of combinations of chemically modified vegetable oils as pork back fat substitutes in sausages formulations. **Meat Science**, Barking, v. 84, n. 3, p. 491-497, Marc. 2009.

PANERAS, E. D.; BLOUKAS, J. G.; FILLIS, D. G. Production of low-fat frankfurters with vegetable oils following the dietary guidelines for fatty acids. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v. 9, n. 2, p. 111-126, Apr. 1998.

PAPPA, I. C.; BLOUKAS, J. G.; ARVANITOYANNIS, I. S. Optimization of salt, olive oil and pectin level of low-fat frankfurters produced by replacing pork back fat with olive oil. **Meat Science**, Barking, v. 56, n. 1, p. 81-88, Sept. 2000.

PARK, J. et al. Properties of low fat frankfurters containing monounsaturated and omega-3 polyunsaturated fatty oils. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 3, p. 500-504, May/June 1989.

PELSER, W. M. et al. Lipid oxidation in n-3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. **Meat Science**, Barking, v. 75, n. 1, p. 1-11, Jan. 2007.

RAMALHO, V. C; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, São Paulo, v. 10, n. 2, p.240-245, 2005.

ROSE, D. P. ; CONOLLY, J. M. Omega-3 fatty acids as cancer chemo preventive agents. **Pharmacology and Therapeutics**, Oxford, v. 83, n. 3, p. 217-244, Sept. 1999.

SANTOS, C. et al. Enrichment of dry-cured ham with  $\alpha$ -linolenic acid and  $\alpha$ -tocopherol by the use of linseed oil and  $\alpha$ -tocopheryl acetate in pig diets. **Meat Science**, Barking, v. 80, n.2, p. 668-674, Oct. 2008.

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

SHEARD, P. R. et al. Shelf life and quality of pork products with raised n-3 PUFA. **Meat Science**, Barking, v. 55, n. 2, p. 213-221, June 2000.

SMALL, A. D.; CLAUS, J. R.; WANG, H.; MARRIOT, N. G. Particle size and mixing time effects on sensory and physical properties of low-fat, high-moisture pork frankfurters. **Journal of Food Science**, v. 60, p. 40-41,54, 1995.

SPITELLER, P., SPITELLER, G. Strong dependence of lipid peroxidation product spectrum whether  $Fe^{2+}/O_2$  or  $Fe^{3+}/O_2$  is used as oxidant. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1392, n. 1, p. 23-40, May 1998.

SYLVIA, S. F. et al. Low-fat high-moisture frankfurters: effects of temperature and water during extended mixing. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 5, p. 937-945, Sept./Oct. 1994

TRIOUS, A.; SEBRANEK, R. E; CARR, J. M. Low-fat bolgna and beaker sausage: effects of carrageenans and chloride salt. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, p. 941-945, 1994.

TURATTI, J. M. A importância dos ovos numa dieta saudável. **Óleos e Grãos**, v. 9, n. 59, p. 22-24, 2001.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE USDA. National nutrient database for standard reference, Release 20 [citado em 20/6/2008]. Disponível em:<<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>>.

VALENCIA, I. et al. Enhancement of the nutritional status and quality of fresh pork sausages following the addition of linseed oil, fish oil and natural antioxidants. **Meat Science**, Barking, v. 80, n. 4, p. 1046-1054, Dec. 2008.

YOUSEF, M. K; BARBUT, S. Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. **Meat Science**, Barking, n. v. 82, p.228-233, June 2009.

WARNANTS, N.; VAN OECKEL, M. J.; BOUCQUI, C. V. Effect of incorporation of dietary polyunsaturated fatty acids in pork backfat on the quality of salami. **Meat Science**, Barking, v. 49, p. 435-445, 1998.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FISCHER, A. V; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E. Effects of fatty acids on meat quality: A review. **Meat Science**, Barking, v. 66, n. 1; p. 21-32, Jan./Mar. 2003.

ZORBA, O.; KURT, S. The effects of different plant oils on some emulsion properties of beef, chicken and turkey meats. **Journal of Food Science & Technology**, Mysori, v. 43, n. 2, p. 229-236, Feb. 2008.