

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO  
GROSSO – Campus Cuiabá Bela Vista  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS

LINGUIÇA FRESCAL DE CARNE DE FRANGO COM  
ADIÇÃO DE ÓLEO DE CANOLA EM SUBSTITUIÇÃO  
PARCIAL À GORDURA ANIMAL

**LEANDRO ALVES LACERDA**

**CUIABÁ - MT  
AGOSTO - 2015**

**LEANDRO ALVES LACERDA**

**LINGUIÇA FRESCAL DE CARNE DE FRANGO COM ADIÇÃO DE ÓLEO DE CANOLA  
EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL À GORDURA ANIMAL**

Orientador: Prof. Dr. Xisto Rodrigues de Souza  
Co-orientador: Dr<sup>a</sup>. Erika Cristina Rodrigues

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, linha de pesquisa em Desenvolvimento de Produtos e Processos, para obtenção do título de Mestre.

**CUIABÁ - MT  
2015**

## FICHA CATALOGRÁFICA

**LEANDRO ALVES LACERDA**

**LINGUIÇA FRESCAL DE CARNE DE FRANGO COM ADIÇÃO DE ÓLEO DE CANOLA  
EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL À GORDURA ANIMAL**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, linha de pesquisa em Desenvolvimento de Produtos e Processos, para obtenção do título de Mestre.

DATA DE DEFESA PÚBLICA: 10 de agosto de 2015.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Xisto Rodrigues de Souza**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Loyse Tussolini**

Fundação Universidade Federal de Rondônia

**Prof. Dr. Peter Bitencourt Faria**

Universidade Federal de Lavras

Orientador: Prof. Dr. Xisto Rodrigues de Souza

Co-orientador: Dr<sup>a</sup>. Erika Cristina Rodrigues

**CUIABÁ – MT  
2015**

1  
2  
3

*Dedico este trabalho...*

*Aos meus pais, Davi Rodrigues Lacerda e Terezinha Alves da Cruz, base da minha formação pessoal e exemplo de caráter e honestidade, pelo apoio durante todos os momentos da minha vida. À minha irmã, Priscila Alves Lacerda e sua família, pela amizade e apoio.*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço a Deus pelo dom da vida e por ter me guiado até a conclusão deste Mestrado.*

Agradeço...

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, pela oportunidade de realizar esse curso de Mestrado.

Ao Prof. Dr. Xisto Rodrigues de Souza pela orientação. Agradeço a oportunidade de poder ter trabalhado com ele ao longo desse período.

A Dr<sup>a</sup>. Erika Cristina Rodrigues, pelos ensinamentos transmitidos, pela atenção, apoio e pela participação fundamental na realização desse trabalho.

Aos amigos do mestrado, Aline, Dayane, Débora, Elaine, Keyla, Maia, Marcell, Patrícia e Samira pela convivência prazerosa durante esse curso e pela ajuda no desenvolvimento desse trabalho.

A Elaine Carvalho de Moraes e Samira Gabrielle Oliveira Patias por estarem sempre prontas a me ajudar na realização de todas as análises. Por todos os incentivos, conversas e amizade.

Aos alunos de graduação bolsistas pela ajuda nas análises, principalmente Jaqueline Gomes Ribeiro Lira, agradeço pela colaboração.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação pela atenção e transmissão de seus ensinamentos, pelas dicas e sugestões para aprimorar esse trabalho.

Enfim, agradeço a todos, que de alguma forma colaboraram para a realização desse trabalho.

## RESUMO

Lacerda, Leandro Alves. Linguiça frescal de carne de frango com óleo de canola em substituição parcial à gordura animal. Dissertação (Mestrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus Cuiabá Bela Vista, 2015. 75p.

Objetivou-se avaliar os efeitos da adição de óleo de canola em substituição parcial à gordura animal em linguiça frescal de carne de frango em relação a parâmetros de cor, pH, perda por cozimento, composição centesimal, análise sensorial, perfil de ácidos graxos e oxidação lipídica. Foram 4 tratamentos (0; 2,5; 5 e 7,5% de óleo de canola) com 4 repetições para inclusão do óleo de canola pré-emulsionado, avaliando tempo de armazenamento (0, 7, 15, 30 e 45 dias) e forma de apresentação (crua e cozida). Os parâmetros luminosidade ( $L^*$ ) e índice amarelo ( $b^*$ ) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, mas durante o armazenamento, valores de  $L^*$  foram menores no tempo 0 dias,  $b^*$  teve alterações significativas nos tratamentos 0% e 7,5%, o índice de vermelho ( $a^*$ ) apresentou diferença entre os tratamentos no tempo 45 dias e no armazenamento apenas o tratamento 7,5% apresentou alterações. O pH apresentou diferença significativa entre os tratamentos e durante o armazenamento. Em linguiça crua houve aumento na umidade com inclusão do óleo de canola para os tratamentos 5,0% e 7,5%. Proteína e cinzas não apresentaram alterações. Na linguiça cozida, umidade teve alteração e cinzas não apresentaram variações. Proteína foi maior para inclusão de 5,0% e 7,5% de óleo de canola. Lipídeos tiveram menores valores para os tratamentos 5,0% e 7,5% nas duas formas de apresentação. A perda por cozimento foi maior para tratamento 5,0%. Na análise sensorial, o parâmetro sabor, mostrou diferença significativa com o tratamento 5,0% apresentando menor nota. A concentração do ácido graxo palmítico e esteárico reduziu, enquanto dos ácidos graxos oleico, linoleico e linolênico aumentou conforme a gordura animal foi substituída. No geral, houve redução de ácidos saturados e aumento de ácidos monoinsaturados e poli-insaturados, principalmente os  $\omega 6$  e  $\omega 3$ , resultando numa melhor relação  $\omega 6/\omega 3$ , onde o tratamento 7,5% apresentou melhor resultado, apresentando elevada relação AGP/AGS, baixos índices aterogênico e trombogênico. O número de TBARS foi maior para os tempos 30 e 45 dias, com diferença significativa para os tratamentos 5,0% e 7,5%. Dessa forma a substituição da gordura animal por óleo de canola em linguiça frescal de frango é uma alternativa viável, pois manteve próximas as características cor, pH e sensoriais. Bem como, a composição centesimal nos valores permitidos. Alterou o perfil lipídico, que nutricionalmente ficou melhor e mostrou maior propensão à oxidação lipídica.

Palavras-chave: óleo vegetal, perfil lipídico, oxidação lipídica, embutidos cárneos, físico-química.

## ABSTRACT

Lacerda, Leandro Alves. Sausage chicken frescal meat with canola oil to partially replace animal fat. Dissertation (Master's). Federal Institute of Education, Science and Technology Mato Grosso - Cuiabá Campus Bela Vista, 2015. 75p.

The objective was to evaluate the effects of adding canola oil to partially replace animal fat in frescal sausage of chicken meat in relation to color parameters, pH, cooking loss, chemical composition, sensorial analysis, fatty acids and oxidizing acid profile lipid. There were 4 treatment (0, 2.5, 5 and 7.5% canola oil) in 4 replicates for inclusion in pre-emulsified canola oil, assessing storage time (0, 7, 15, 30 and 45 days) and presentation form (raw and cooked). The brightness parameters ( $L^*$ ) and yellow index ( $b^*$ ) showed no significant difference between treatments, but during storage,  $L^*$  values were lower at time 0 days  $b^*$  had significant changes in treatments 0% and 7.5%, the red index ( $a^*$ ) differ between treatments at the time and 45 days storage only 7.5% showed treatment changes. The pH significantly different between treatments and during storage. In raw sausage was no increase in moisture with inclusion of canola oil treatments to 5.0% and 7.5%. Protein and ash showed no changes. In cooked sausage, humidity changes and ashes showed no variations. Protein was higher for the inclusion of 5.0% and 7.5% canola oil. Lipids had lower values for the treatments 5.0% and 7.5% in both forms of presentation. The cooking loss was higher for Treatment 5.0%. Sensory in the test, the taste parameter showed a significant difference, with the treatment 5.0% showing lower note. The fatty acids were determined by gas chromatography and lipid oxidation by the method of quantifying the number of reactive substances 2-thiobarbituric acid. The concentration of palmitic fatty acid (C16:0) and stearic (C18:0) decreased, while the oleic acid (C18:1  $\omega$ 9), linoleic (C18:2  $\omega$ 6) and linolenic (C18:3  $\omega$ 3) increased as the fat Animal was replaced by canola oil. In general, a reduction of saturated fatty acids and an increase in monounsaturated and polyunsaturated acids, particularly  $\omega$ 6 and  $\omega$ 3, resulting in better ratio  $\omega$ 6/ $\omega$ 3, high PUFA/SFA ratio, low atherogenic and thrombogenic indices, where treatment 7.5% showed better results. The number of TBARS was increased to 30 days and 45 days, with a significant difference for the treatments 5.0% and 7.5%. Thus the substitution of animal fat with canola oil in chicken sausage frescal is a viable alternative because kept close color characteristics, pH and sensory. As well as the chemical composition on the allowed values. Altered lipid profile, which was nutritionally better and showed more prone to lipid oxidation.

Keywords: vegetable oil, lipid profile, lipid oxidation, meat sausages, physico-chemical.



## LISTA DE TABELAS E FIGURAS

## CAPÍTULO 1

Tabela 1. Características físico-químicas estabelecidas para linguiças frescal e cozida.....5

Tabela 2. Ácidos graxos e sua nomenclatura abreviada, trivial e sistemática.....8

Tabela 3. Conteúdo de gorduras, ácidos graxos e colesterol em óleos comestíveis.....14

## CAPÍTULO 2

Tabela 1. Formulação de linguiça frescal de carne de frango com valores para 10 kg de produto.....26

Tabela 2. Médias do parâmetro luminosidade ( $L^*$ ), índice de vermelho ( $a^*$ ), índice de amarelo ( $b^*$ ) na avaliação da cor e médias do pH em linguiça frescal de carne de frango com óleo de canola em diferentes tempos de armazenamento.....30

Tabela 3. Composição centesimal de linguiça frescal crua e cozida de carne de frango com óleo de canola.....34

Tabela 4. Análise sensorial para linguiça frescal de carne de frango com óleo de canola.....36

Figura 1. Gráfico com os valores médios da perda de peso após o cozimento (PPC) de linguiça frescal de carne de frango com óleo de canola.....35

## CAPÍTULO 3

Tabela 1. Formulação de linguiça frescal de carne de frango com valores para 10 kg de produto.....46

Tabela 2. Valores médios em porcentagem dos ácidos graxos, somatório de saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) e poli-insaturados (AGP) em linguiça frescal crua e cozida de carne de frango com óleo de canola.....50

Tabela 3. Valores percentuais das séries  $\omega 6$ ,  $\omega 3$ , relação  $\omega 6/\omega 3$ , relação AGP/AGS, índice aterogênico e trombogênico em linguiça frescal crua e cozida de carne de frango com óleo de canola.....51

Tabela 4. Substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), valores (mg de malonaldeído / kg de amostra) em linguiça frescal de frango com óleo de canola.....54

## LISTA DE ABREVIações E SÍMBOLOS

AGE	Ácidos graxos essenciais.
AGM	Ácidos graxos monoinsaturados.
AGP	Ácidos graxos poli-insaturados.
AGS	Ácidos graxos saturados.
DHA	Ácido docosahexaenóico.
EPA	Ácido eicosapentaenoico.
LDL	Lipoproteína de baixa densidade.
TBARS	Substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico.
a*	Índice de intensidade de vermelho.
b*	Índice de intensidade de amarelo.
L*	Índice de luminosidade.
( $\alpha$ )	Alfa.
( $\Delta$ )	Delta.
( $\gamma$ )	Gama.
( $\omega$ )	Ômega.
( $\Sigma$ )	Sigma/ soma.
(<)	Menor que.
(>)	Maior que.

## SUMÁRIO

## CAPÍTULO 1

1. Introdução.....	2
2. Revisão de Literatura.....	3
2.1. Embutidos cárneos.....	3
2.1.1. Linguiça.....	4
2.2. Carne de frango.....	5
2.3. Lipídeos.....	6
2.3.1. Ácidos graxos.....	7
2.3.2. Importância de ácidos graxos e lipídeos.....	9
2.3.3. Ácidos graxos essenciais.....	10
2.4. Óleo de canola.....	13
2.5. Oxidação lipídica.....	15
2.5.1. Mecanismos da oxidação lipídica.....	15
Referências.....	17

## CAPÍTULO 2

ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO COM ÓLEO DE CANOLA.....	23
Resumo.....	23
Abstract.....	23
Introdução.....	24
Material e Métodos.....	25
Formulação e processamento da linguiça.....	25
Análise físico-química.....	26
Análise sensorial.....	27
Delineamento experimental e análise estatística.....	28
Resultados e Discussão.....	29
Avaliação da cor.....	29
Potencial hidrogeniônico - pH.....	32
Composição centesimal.....	33
Perda de peso por cozimento - PPC.....	35

Avaliação sensorial.....	36
Conclusões.....	37
Referências.....	37

### CAPÍTULO 3

PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E ESTABILIDADE OXIDATIVA LIPÍDICA EM LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO COM ÓLEO DE CANOLA.....	43
Resumo.....	43
Abstract.....	43
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	45
Formulação e processamento da linguiça.....	45
Análise de perfil de ácidos graxos.....	47
Análise de oxidação lipídica.....	48
Delineamento experimental e análise estatística.....	48
Resultados e Discussões.....	49
Perfil de ácidos graxos.....	49
Oxidação lipídica.....	53
Conclusões.....	57
Referências.....	57

## **CAPÍTULO 1**

## 1. INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos processados e congelados aumentou muito nos últimos anos devido às necessidades impostas pela vida moderna, onde o tempo de preparo doméstico dos alimentos é um fator limitante.

Em mesmo ritmo, cresceu também a preocupação com a qualidade nutricional dos alimentos consumidos e com a saúde do consumidor. Pois, esses novos hábitos constituem uma dieta rica em ácidos graxos saturados e desequilibrado em ácidos graxos poli-insaturados, com uma elevada relação ômega ( $\omega 6$ )/ômega ( $\omega 3$ ), sendo associado negativamente com a saúde (RONDELLY; MARTINEZ; GARCIA, 2004). Dentre tantos alimentos industrializados, o mercado de embutidos cárneos se destaca pelo seu elevado consumo.

Os produtos cárneos tradicionais mostram alguns aspectos negativos do ponto de vista nutricional, entre outras razões, à sua quantidade de gordura animal elevada (MUGUERZA et al., 2001). A gordura desempenha um papel importante na manutenção da qualidade dos embutidos, especialmente referente a sabor, textura e suculência. Porém, o consumo deste tipo de gordura, pode ser considerado como um dos principais fatores de risco para doenças cardiovasculares (ERNST et al., 1991), devido a sua composição ser representada por ácidos graxos saturados.

Segundo Murgueza et al. (2001), uma possibilidade para reduzir os efeitos negativos provenientes do elevado teor de gordura destes produtos cárneos é a substituição parcial de toucinho por outros ingredientes. Em geral essa substituição é feita por óleos de origem vegetal (CÁCERES; GARCIA; SELGAS, 2008). Os óleos vegetais, apresentam-se como fontes de ácidos graxos insaturados, com baixas quantidades de ácido graxo saturado e ausentes de colesterol. Como exemplo, cita-se o óleo de canola, com uma maior proporção de ácidos graxos insaturados, em comparação com gorduras animais (ESKIN E MCDONALD, 1991).

Outro fator que contribui para uma melhor característica dos embutidos é a utilização da carne de frango como matéria-prima. O consumo de carne de frango tem apresentado aumento, devido às suas características nutricionais, tais como baixo teor de gordura, alto teor de ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis (BUZBY e FARAH, 2006). Essa preferência por carne de frango também reflete-se nos produtos embutidos, representado pela linguiça.

O processamento de linguiças a partir de carne de frango é realizado há algum tempo pelas indústrias alimentícias. Porém, partindo-se do pressuposto de novas formulações para melhoria nutricional dos alimentos, a elaboração da linguiça de carne de frango com adição de óleo de canola é algo relativamente novo, fazendo-se necessários testes experimentais.

Objetivou-se com este trabalho desenvolver uma linguiça frescal de carne de frango com adição de óleo de canola substituindo parcialmente a gordura animal e avaliar os efeitos dessa substituição por meio das análises de composição centesimal, perda de peso por cozimento, verificação de pH e cor, análise sensorial, perfil de ácidos graxos e oxidação lipídica.

Desta forma, fica demonstrada a necessidade da realização do presente estudo, onde o tema foi descrito na forma de artigo científico nos capítulos 2 e 3 nesta dissertação. O capítulo 2 apresenta os aspectos físico-químicos e sensoriais de linguiça frescal de frango com óleo de canola e foi redigido de acordo com as normas para publicação na revista **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. O capítulo 3 apresenta o perfil de ácidos graxos e estabilidade oxidativa lipídica em linguiça frescal de frango com óleo de canola e foi redigido de acordo com as normas da revista **Pesquisa Agropecuária Brasileira**.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. EMBUTIDOS CÂRNEOS**

São produtos constituídos à base de carne cominuída e condimentada com forma geralmente simétrica. São embutidos sob pressão em um recipiente ou envoltório de origem orgânica ou inorgânica, aprovado para esse fim. Os embutidos são definidos no Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) como todo produto elaborado com carne ou órgãos comestíveis, curados ou não, condimentado, podendo ou não ser cozido, defumado, dessecado, e contido em envoltório natural ou artificial (BRASIL, 1997).

Segundo Oda et al. (2003), o embutido surgiu no Brasil através de receitas trazidas por famílias imigrantes alemãs e italianas, embora tenha sofrido adaptações às condições locais.

O mercado de embutidos tem apresentado significativa expansão e alta competitividade na última década, uma vez que o seu consumo se tornou parte do hábito



alimentar de uma parcela considerável de consumidores brasileiros. E dentre os embutidos, a linguiça frescal é um dos mais consumidos devido ao seu processamento relativamente simples e preço acessível.

### **2.1.1. Linguiça**

Segundo a Instrução Normativa nº04 de 31 de março de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), linguiça "é o produto cárneo industrializado obtido de carnes de animais de açougue, adicionado ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial e submetido ao processo tecnológico adequado" (BRASIL, 2000). A linguiça frescal, segundo a mesma legislação, se caracteriza por ser um produto cru e curado, composto de carne, gordura e outros ingredientes.

As características físicas e químicas das linguiças, além de fornecerem informações nutricionais, também são utilizadas como parâmetros para avaliar a qualidade do produto. Como apresentado na Tabela 1, onde estão descritos os requisitos com valores permitidos, em relação às características físico-químicas de linguiça frescal, estipuladas pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (BRASIL,2000).

Por ser um produto que não sofre processamento térmico ou dessecação, e por apresentar alta atividade de água, a linguiça frescal tem vida de prateleira variável, dependendo das tecnologias e padrões de qualidade adotados pela empresa. Considerando a natureza da matéria-prima, é possível prever variações na sua composição centesimal, especialmente aos teores de proteína e de lipídeos (DIAS, 2006).

A carne suína é a matéria-prima básica da elaboração da linguiça no Brasil, pois apesar da alta produtividade, o consumo de carne suína *in natura* ainda é baixo e tem melhor aceitação na forma processada (SAAB, 2011). Em pesquisa realizada por Faria; Ferreira; Garcia (2006), com moradores da cidade de Belo Horizonte, 10% nunca consomem produtos derivados de carne suína, sendo uma das maiores preocupações demonstradas o teor de gordura e colesterol (38,4%).

Yunes (2010), cita que vários pesquisadores vêm estudando os embutidos de suínos, entre outras razões, devido ao seu elevado teor de gorduras animais. O autor cita alguns estudos com o desenvolvimento de produtos a partir da redução das gorduras saturadas por outros ingredientes compatíveis, utilizando carragenas, gomas, água e até

mesmo os óleos vegetais no desenvolvimento de salsichas e outros tipos de embutidos cárneos.

**Tabela 1.** Características físico-químicas estabelecidas para linguiças frescal e cozida.

Parâmetros	Valor Permitido	
	Frescal	Cozida
<b>Umidade</b>	Máx. 70%	Máx. 60%
<b>Gordura</b>	Máx. 30%	Máx. 35%
<b>Proteína</b>	Mín. 12%	Mín. 14%
<b>Cálcio</b>	Máx. 0,1%	Máx. 0,3%
<b>CMS*</b>	Máx. 0,0%	Máx. 20%
<b>Proteína Não Carnea</b>	Máx. 2,5%	Máx. 0,0%

Fonte: BRASIL, 2000. \*CMS: carne mecanicamente separada.

A partir de pesquisas e com a modernização e diversificação da produção, a linguiça de frango especificamente, tem ocupado importante espaço no mercado nacional, pois é muito apreciada devido a sua suculência, maciez e a sua conotação como um produto mais saudável, quando comparada com linguiças elaboradas com outras carnes tradicionais como bovina e suína (MILANI et al., 2003). Neste contexto, começa a se destacar a utilização da carne de frango como matéria-prima na fabricação da linguiça.

## 2.2. CARNE DE FRANGO

A avicultura é uma das atividades mais desenvolvidas no mundo ocupando o segundo lugar no ranking da produção mundial de carnes com 82,2 milhões de toneladas (USDA, 2014). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de carne de frango, ficando atrás somente dos Estados Unidos e da China. Em 2013, o Brasil produziu 12,3 milhões de toneladas de carne de frango, para 2015 está previsto uma produção de 13,3 milhões de toneladas (AVISITE; USDA, 2014).

O Brasil apresenta um dos maiores índices de consumo médio de frango por habitante, 41,8 kg em 2013 (UBABEF, 2014). Previsto para 44,7 kg em 2014 e 45,4 kg em 2015 ficando atrás somente dos Estados Unidos (AVISITE; USDA, 2014). Provavelmente seja pelo menor preço, em relação ao das carnes bovina e suína, pela estabilidade econômica e pela oferta diversificada dos produtos oferecidos, associada ao conceito de uma carne saudável.

A carne de frango é considerada uma carne de baixo teor de gordura e colesterol, sendo mais saudável se tratando da fração lipídica, do que outras fontes de proteína animal, principalmente carnes vermelhas originárias de mamíferos (PONTE et al., 2004). Comparando-se a gordura de frango com outras gorduras animais como suíno, bovino e ovino, em geral, apresenta grande proporção de ácidos graxos insaturados e poli-insaturados (CENTENARO; FURLAM; SOUZA-SOARES, 2008).

Mesmo a carne de frango apresentando várias características nutricionais favoráveis a um hábito alimentar saudável, quando se trata de linguiça, essas características diminuem, pois para esses produtos há adição da gordura suína que conforme a legislação que define o padrão de qualidade e identidade da linguiça frescal pode ser de até 30%.

A gordura é um importante ingrediente no processamento cárneo, pois exerce grande influência no sabor, consistência e suculência, mas é também considerada um ingrediente que deve ser evitado em grandes quantidades por razões nutricionais (PAULINO, 2005), dado que a gordura animal é rica em ácidos graxos saturados e colesterol (SEVERINI; DE PILLI; BAIANO, 2003).

Os ácidos graxos saturados são os que representam maiores riscos à saúde humana (VALLE, 2000), pois quando consumidos em excesso tendem a elevar o colesterol sanguíneo. Os ácidos graxos poli-insaturados, consumidos, reduzem o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (CORSINI et al., 2008).

### 2.3. LIPÍDEOS

Os lipídeos podem ser definidos como um vasto grupo de compostos quimicamente diversos, cuja característica em comum é a solubilidade em solventes orgânicos (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). Seu nome vem da palavra *lipos* que significa gordura. Os lipídeos são compostos orgânicos constituídos principalmente de moléculas de carbono, hidrogênio e oxigênio. O nitrogênio, enxofre e fósforo podem também estar presentes em alguns lipídeos (GIBNEY; VORSTER; KOK, 2005; VOET; VOET; PRATT, 2006; NELSON e COX, 2011).

Os lipídeos ocorrem em quase todos os tipos de alimentos, e a maioria deles cerca de 90% é encontrada na forma de triacilgliceróis, que consiste na união de três ácidos graxos a um polialcool chamado glicerol, formando o triglicerídeo (BRANDÃO et al.,

2005). Além dos triglicerídeos, os alimentos também possuem outros tipos de lipídeos, como fosfolipídeos, glicolipídeos e os esfingolipídios (ARAÚJO, 2008).

Conforme sua natureza química os lipídeos são separados em dois grupos. Os ácidos graxos, triacilgliceróis, esfingolipídeos, fosfolipídeos e glicolipídeos estão no grupo dos compostos com cadeia aberta com cabeças polares e caudas apolares. Outro grupo são compostos de cadeia cíclica, os esteróides, tendo como exemplo o colesterol (CAMPBELL, 2000).

### 2.3.1. Ácidos graxos

Os principais componentes dos lipídeos são os ácidos graxos, que são compostos formados por cadeia constituída de carbono e hidrogênio, classificada como alifática e um grupo ácido carboxílico (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Segundo Marzzoco e Torres (2007), o grupo carboxila constitui a região polar da estrutura e a cadeia carbônica, a parte apolar. Raramente são encontrados livres na natureza, ocorrendo de preferência na forma esterificada, como os principais componentes de vários lipídeos, representados pelos triglicerídeos. Os ácidos graxos podem ser descritos por nomes sistemáticos, comuns (triviais) e abreviados.

As descrições sistemáticas dos ácidos graxos são padronizadas pela União Internacional de Química Pura e Aplicada - IUPAC, nomeando os hidrocarbonetos parentais do ácido graxo com base no número de carbonos. Como apresentam grupo carboxílico, o nome dado ao hidrocarboneto tem a terminação "o" substituída por "óico" (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Os nomes comuns dos ácidos graxos, em geral, derivam-se das fontes onde são encontradas em abundância, ácido palmítico do óleo de palma, ácido oleico do óleo de oliva, linoleico e linolênico do óleo de linhaça (YUNES, 2010; MARZZOCO e TORRES, 2007).

Para a nomenclatura abreviada pode ser usado um sistema numérico, onde o primeiro número representa o número de carbonos no ácido graxo, e o segundo designa o número de ligações duplas na cadeia (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Na nomenclatura comum indicam-se normalmente as posições pelas letras gregas, começando com alfa ( $\alpha$ ) no carbono adjacente ao grupo funcional principal seguido por beta ( $\beta$ ), gama ( $\gamma$ ) e assim conseqüentemente até ômega ( $\omega$ ) (RIBEIRO e

SERAVALLI, 2007). O ômega é usado para designar o último carbono da cadeia, seja qual for o número de carbonos.

Na Tabela 2 pode-se observar três formas de nomenclatura para alguns ácidos graxos agrupados como saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, com seus respectivos nomes abreviados, triviais e sistemáticos.

**Tabela 2.** Ácidos Graxos e sua nomenclatura abreviada, trivial e sistemática.

<b>NOME ABREVIADO</b>	<b>NOME TRIVIAL</b>	<b>NOME SISTEMÁTICO</b>
<b>Saturado</b>		
C4:0	Butírico	Butanóico
C6:0	Capróico	Hexanóico
C8:0	Caprílico	Octanóico
C10:0	Cáprico	Decanóico
C12:0	Láurico	Dodecanóico
C14:0	Mirístico	Tetradecanóico
C16:0	Palmítico	Hexadecanóico
C18:0	Esteárico	Octadecanóico
C20:0	Araquídico	Eicosanóico
<b>Monoinsaturado</b>		
C:10:1	Caproléico	Cis-9- Decenóico
C12:1	Lauroléico	Cis-9-dodecenóico
C:14:1	Miristoléico	Cis-9-Tetradecenóico
C16:1 n-7	Palmitoléico	Cis-9-Hexadecenóico
C18:1 n-9	Oléico	Cis-9-octadecenóico
C22:1	Erúcico	Cis-13-Docosoenóico
<b>Poli-insaturado</b>		
C18:2 n-6	Linoleico	Cis-9,12-ctadecadienóico
C:18:3 n-3	$\alpha$ -linolênico	Cis-9,12,15-Octadecatrienóico
C20:4 n-6	Araquidônico	Cis-5,8,11,14-Eicosatetraenóico
C20:5 n-3	Eicosapentaenóico (EPA)	Cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenóico
C22:5 n-3	Docosapentaenóico (DPA)	Cis-7,10,13,16,19-Docosapentaenóico
C22:6 n-3	Docosaexaenóico (DHA)	Cis-4,7,10,13,16,19-Docosaexaenóico

Fonte: Adaptado de ARAÚJO (2008).

A maioria dos ácidos graxos naturais apresenta entre 14 e 24 carbonos. Os ácidos graxos costumam ser classificados como saturados e insaturados, conforme a ausência ou presença de ligações duplas (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). Os ácidos graxos saturados, encontrados na maioria dos óleos e gorduras são: láurico, mirístico, palmítico e esteárico (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

Os ácidos graxos insaturados podem ser agrupados em ácidos graxos monoinsaturados ou poli-insaturados conforme o número de ligações duplas presentes no ácido graxo. Essas duplas ligações podem apresentar-se por duas configurações

possíveis *cis* ou *trans*, dependendo da posição do grupo alquila. Esse tipo de ligação permite a isomerização ou orientação diferente dos carbonos adjacentes (GIBNEY; VORSTER; KOK, 2005).

Os ácidos poli-insaturados são divididos em ácidos graxos ômega 3 ( $\omega$ 3) e ácidos graxos ômega 6 ( $\omega$ 6), sendo que os primeiros apresentam a sua primeira dupla ligação entre os 3º e 4º carbonos, enquanto o  $\omega$ 6 apresenta a primeira dupla ligação entre o 6º e 7º carbonos (RIBEIRO e SERAVALLI, 2007).

As características físico-químicas e nutricionais dos lipídeos dependem basicamente da ocorrência ou não de insaturações na cadeia de hidrocarboneto, do número de duplas ligações, a sua posição na cadeia, sua isomeria e comprimento (YUNES, 2010; MARZZOCO e TORRES, 2007). Tais diferenciações afetam o ponto de fusão, a solubilidade, seu conteúdo energético, a digestibilidade e as propriedades metabólicas dos ácidos graxos, incluindo seus efeitos sobre as lipoproteínas do sangue (BRANDÃO et al., 2005).

Nesse sentido, Araújo (2008) afirma que um dos aspectos mais significantes dos lipídeos diz respeito ao seu conteúdo de diferentes tipos de ácidos graxos, sejam saturados, monoinsaturados ou poli-insaturados. Todos os óleos e gorduras possuem uma mistura complexa de todos os três tipos de ácidos graxos.

### **2.3.2. Importância dos lipídeos e ácidos graxos**

Os lipídeos desempenham um relevante papel na alimentação graças ao seu elevado valor energético, às vitaminas lipossolúveis, fosfolipídios e aos ácidos graxos essenciais que apresenta em sua constituição.

Segundo Costa (2009), há forte influência dos ácidos graxos sobre a saúde humana, sendo que as gorduras de cadeia saturada promovem um efeito hipercolesterolêmico, em especial da lipoproteína de baixa densidade - LDL, enquanto o contrário ocorre pelos ácidos insaturados em especial pela ação do ácido oleico.

O tipo de ácidos graxos ingeridos e sua influência sobre o risco de doenças cardiovasculares, o impacto nas concentrações plasmáticas de lipídeos e lipoproteínas, tem sido amplamente demonstrado em diversos estudos experimentais e populacionais (SANTOS et al., 2013).

Voet; Voet; Pratt (2006), afirmam que uma dieta rica em ácido eicosapentaenoico (EPA) diminui os níveis plasmáticos de colesterol e triacilglicerol de pacientes hipertriacilglicerolêmicos.

Martin et al. (2006), em seu estudo sobre os ácidos graxos, citaram que o ácido linoleico (18:2  $\omega$ 6) e  $\alpha$ -linolênico (18:3  $\omega$ 3) atuam sobre a saúde humana por participarem diretamente da manutenção das condições normais do corpo, da composição das membranas celulares, nas funções cerebrais e na transmissão de impulsos nervosos, da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese da hemoglobina e divisão celular.

Os ácidos graxos são tão importantes para o metabolismo humano, que sua carência pode gerar disfunções metabólicas. O ácido linoleico é um importante constituinte dos esfingolípídeos da epiderme, que funcionam como uma barreira de impermeabilidade da pele. Na célula, as membranas, constituídas em grande maioria por lipídeos, delimitam compartimentos metabólicos discretos, conseqüentemente promovendo a organização dos processos biológicos e influenciando processos bioquímicos (VOET; VOET; PRATT, 2006).

Além dessas atribuições, Ribeiro e Seravalli (2007), destacam a importância dos ácidos graxos essenciais como precursores de prostaglandinas, as quais são responsáveis por importantes funções fisiológicas no organismo humano.

### **2.3.3. Ácidos graxos essenciais**

O termo essencial ou não essencial é aplicado aos nutrientes de acordo com suas necessidades relativas na dieta e pela capacidade do organismo em sintetizá-lo.

Em relação à síntese de ácidos graxos, as células vegetais são capazes de adicionar uma dupla ligação no carbono 12 ao ácido oleico, convertendo-o em ácido linoleico, que sofre uma insaturação adicional no carbono 15 e origina o ácido  $\alpha$ -linolênico, da família  $\omega$ 3. Enquanto nas células animais estes não podem ser sintetizados e devem ser obtidos da alimentação, sendo por isso, ditos essenciais (MARZZOCO e TORRES, 2007).

Nelson e Cox (2011), comentam que os hepatócitos dos mamíferos podem facilmente introduzir uma ligação dupla no carbono 9 dos ácidos graxos, mas não podem introduzir ligações duplas adicionais entre o carbono 10 e a extremidade metil. Assim os mamíferos não podem sintetizar ácido linoleico (C18:2  $\omega$ 6) ou  $\alpha$ -linolênico (C18:3  $\omega$ 3).

Esses dois ácidos graxos, linoleico e  $\alpha$ -linolênico são reconhecidamente essenciais para o ser humano. Eles são precursores imprescindíveis para síntese de importantes compostos lipídicos que regulam algumas respostas fisiológicas e patológicas referentes ao grupo de eicosanóides, lipídeos regulatórios de sinalização envolvidos nesses processos. Os ácidos graxos  $\omega$ 3 são importantes na dieta, pois desempenham papel vital na fluidez de membranas, na sinalização celular, na expressão de genes e no metabolismo de eicosanóides (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

O linoleico ( $\omega$ 6) é capaz de ser convertido em ácido  $\gamma$ -linolênico, eicosatrienoato e ácido araquidônico (NELSON e COX, 2011). O ácido  $\alpha$ -linolênico ( $\omega$ 3), forma diversos derivados, dentre os quais ressaltam-se os ácidos eicosapentaenoico (EPA) e docosaexaenoico (DHA). O  $\alpha$ -linolênico é o ácido graxo mais importante da família  $\omega$ 3 (MARZZOCO e TORRES, 2007).

Neste sentido Marzzoco e Torres (2007), confirmam que o organismo humano sintetiza ácidos graxos insaturados a partir dos essenciais, por meio de reações alternadas de dessaturação e alongamento, na presença de enzimas dessaturases, gerando duas famílias de ácidos graxos mais longos e com maior número de insaturações: a família  $\omega$ 6, derivada do ácido linoleico, e a família  $\omega$ 3 do  $\alpha$ -linolênico.

Devido ao fato de as velocidades de dessaturação e alongamento diferirem entre as séries. E a conversão dos ácidos graxos  $\omega$ 3 e  $\omega$ 6 serem dependentes da mesma série de enzimas, ocorre uma competição pelas enzimas para seu metabolismo, onde o excesso de uma série causa um decréscimo significativo na dessaturação e alongamento dos ácidos graxos da outra (PAWLOSKY et al., 2003; SCHMITZ e ECKER, 2008). Assim, a razão entre a ingestão diária de alimentos fontes de ácidos graxos  $\omega$ 6 e  $\omega$ 3 assume grande importância na nutrição humana.

Em revisão bibliográfica realizada por Martin et al. (2006), são apresentadas várias recomendações em diferentes países, com afirmação dos autores convergindo para uma razão ideal de ácido linoleico/ $\alpha$ -linolênico, ou mais conhecida como razão  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 de 3:1 a 4:1, pois nessa concentração há a possibilidade de converter o ácido graxo  $\alpha$ -linolênico em ácido docosaexaenóico. Razões  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 muito elevadas limitam a conversão de  $\alpha$ -linolênico em EPA e DHA, devido a competição que os ácidos graxos  $\omega$ 6 exercem como substrato das dessaturases (MARZZOCO e TORRES, 2007).

Estudos evidenciam que a distribuição dos ácidos graxos essenciais (AGE) no plasma é modulada pela ingestão dietética e que manipulações alimentares influenciam



diretamente propriedades de regulação importantes como a formação de eicosanóides, liberação de citocinas, funções de receptores e composição da membrana celular (WALLACE; MILES; CALDER, 2003).

Os eicosanoides são metabólitos oxigenados dos AGE. Sua família é composta por prostaglandinas, prostaciclina, tromboxanos e leucotrienos, que são lipídeos regulatórios de sinalização. São chamadas conjuntamente de eicosanóides, por terem 20 carbonos (*eikosi*, em grego, significa vinte). Todos esses eicosanóides são sintetizados a partir do linoleato e  $\alpha$ -linolenato por reações de alongamento de ácidos graxos, tendo como precursores mais importantes o ácido araquidônico ( $\omega 6$ ) e eicosapentaenóico ( $\omega 3$ ) (NELSON e COX, 2011; VOET; VOET; PRATT, 2006; MARZZOCO e TORRES, 2007).

O ácido graxo pode ser metabolizado pela via da cicloxigenase, onde há a formação de endoperóxidos lábeis como os prostanóides: prostaglandinas, tromboxanos e prostaciclina. Assim como pela via das lipoxigenases, a qual leva a formação dos leucotrienos (KONING et al., 1997). Marzzoco e Torres (2007), defendem essa duplicidade da via de síntese de eicosanóides. Os eicosanóides sintetizados a partir de ácido araquidônico são distintos daqueles sintetizados a partir de EPA e, naturalmente, com efeitos fisiológicos também diversos.

Nelson e Cox (2011), caracterizam os eicosanóides como uma família de moléculas de sinalização biológica muito potente que atuam como mensageiros de curta distância, agindo sobre os tecidos próximos às células que os produzem.

Os eicosanóides respondem pela regulação de processos fisiológicos como a regulação da pressão arterial, da coagulação sanguínea, da reprodução, dilatação dos brônquios, bem como pela resposta inflamatória, a pele e os olhos. Atua ainda na manifestação de dor e febre, na indução da coagulação sanguínea, no controle de várias funções reprodutivas, como a indução ao trabalho de parto e regulação do sono (VOET; VOET; PRATT, 2006; MARZZOCO e TORRES, 2007).

Os eicosanóides derivados dos ácidos graxos  $\omega 6$  são geralmente pró-inflamatórios e pró-agregatórios, enquanto os derivados de  $\omega 3$  são predominantemente anti-inflamatórios e inibidores da agregação de plaquetas (SCHMITZ e ECKER, 2008; SIMOPOULOS, 1999).

Os ácidos linoleico e  $\alpha$ -linolênico estão presentes tanto em espécies vegetais como animais empregados na alimentação humana. Nas hortaliças, o ácido  $\alpha$ -linolênico é encontrado em maior quantidade em espécies com folhas de coloração verde-escuro, por

ser um importante componente da fração dos lipídios polares contidos nos cloroplastos (MARTIN et al., 2006).

Os óleos vegetais, como os de canola, oliva, milho e soja, representam fontes ricas em ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados ômega 6, enquanto o óleo de linhaça e de peixe constituem fontes de ácidos graxos poli-insaturados  $\omega$ 3 (RIBEIRO, 2008).

#### 2.4. ÓLEO DE CANOLA

Canola é o nome dado a um cultivar da colza produzido naturalmente no Canadá. Esse termo é usado internacionalmente para designar o óleo extraído da semente de colza geneticamente modificada com quantidades substancialmente mais baixas de ácido erúxico e glucosinolatos (BACKES, 2011; PRZYBYLSKI et al., 2005).

A canola faz parte da família das crucíferas (como o repolho e as couves) e pertence ao gênero *Brassica* (BACKES, 2011). As espécies de *Brassica*, provavelmente evoluíram, a partir do mesmo ancestral comum, a mostarda silvestre (*Sinapis*), rabanete (*Raphanus*) e arrugula (*Eruca*) (PRZYBYLSKI et al., 2005)

A colza é um dos mais antigos óleos vegetais conhecidos, mas seu uso na culinária era limitado devido ao elevado nível de ácidos graxos erúxico (C22:1) e glucosinolatos (BACKES, 2011). Segundo O'Brien (1998) o consumo de óleos com elevado teor de ácido erúxico está relacionado com o aparecimento de lesões no músculo cardíaco. Enquanto que a presença de glucosinolatos e os produtos de sua decomposição apresentam efeitos antinutricionais em alimentação animal, inibindo o crescimento (ZAMBRANO, 2012).

Para tornar o óleo ideal para consumo humano, a semente de colza foi submetida a um programa de melhoramento genético. Chegando ao desenvolvimento da *Brassica napus* e *Brassica campestris*, que se constituíram como canola somente em 1974, quando pesquisadores da Universidade de Manitoba no Canadá, puderam extrair óleo ideal para o consumo humano de uma planta que apresentava menos de 2% de ácido erúxico e menos de 30 micromoles de glucosinolatos (MORETTO e FETT, 1998).

O Brasil tornou-se produtor desta oleaginosa, mas cultiva apenas a canola de primavera, da espécie *Brassica napus L. var. oleifera*. A maioria das sementes são importadas e sua entrada no país atende as exigências e critérios para comprovação de ausência de Organismos Geneticamente Modificados – OGM's (TOMM, 2006).

No Brasil, o óleo de canola encontrado comercialmente é proveniente de sementes de melhoramento genético convencional. Dessa forma, sua composição de ácidos graxos obedece à linha de desenvolvimento primário, com baixo teor em ácido erúico e glucosinolatos e alta concentração de ácido oleico.

O interesse na produção do óleo de canola ocorreu em virtude da sua excelente composição de ácidos graxos. Este óleo detém em sua composição 50% menos ácidos graxos saturados em relação ao azeite de oliva, óleo de soja e milho. Apesar de o ácido oleico estar presente em quase todos os óleos vegetais, no óleo de canola seu conteúdo é superior a todos os outros óleos, exceto o azeite de oliva (BACKES, 2011).

Em pesquisas realizadas por Giacopini e Bosch (2008); Giacopini et al. (2011), onde estudavam o óleo de canola em comparação com outros óleos comestíveis, tais como girassol, milho, soja e palma, concluíram que o óleo de canola tem a mais baixa concentração de ácidos graxos saturados (6%), uma alta concentração de monoinsaturados (61%) e de ácidos graxos poli-insaturados (29%), com alto conteúdo de ácidos graxos essenciais (AGE), ácido linoleico (C18:2n6) (20%) e  $\alpha$ -linolênico (C18:3n3) (9%). E a mais baixa relação  $\omega$ 6/ $\omega$ 3, o que faz com que seja um óleo benéfico na prevenção e controle de doenças promovidas pela inflamação.

A Tabela 3 apresenta o conteúdo de gorduras e ácido graxos em óleos comestíveis.

**Tabela 3.** Conteúdo de gorduras, ácidos graxos e colesterol em óleos comestíveis.

<b>Gorduras</b>	<b>Canola</b>	<b>Soja</b>	<b>Girassol</b>	<b>Milho</b>
Saturadas (%)	8,4	17,5	10,3	16,1
Monoinsaturadas (%)	63,6	24,0	28,2	35,6
Poli-insaturadas (%)	28,0	58,5	61,6	48,3
<b>Ácidos Graxos</b>				
Palmítico (%)	5,0	14,1	6,5	13,5
Oleico (%)	62,2	23,4	28,0	35,3
Linoleico (%)	21,44	53,3	61,5	47,6
Linolênico (%)	6,2	4,9	-	0,7
<b>Colesterol</b>	-	-	-	-

Fonte: SCHERR; RIBEIRO, 2010.

O óleo de canola apresenta baixos índices de gordura saturada, além de conter elevados teores de gorduras insaturadas que podem, preventivamente, reduzir os riscos de doenças cardiovasculares e circulatórias (YUNES, 2010). Em estudos realizados por

Iggman et al. (2011), foi constatado que em indivíduos hiperlipidêmicos o efeito sobre o perfil lipídico da substituição das gorduras com maior índice de ácidos graxos saturados por óleo de canola, indicaram uma redução das concentrações de triglicerídeos, colesterol total e colesterol em lipoproteínas de baixa densidade (LDL).

O óleo de canola contém uma quantidade apreciável de ácido  $\alpha$ -linolênico e apresenta um equilíbrio favorável entre o ácido graxo linolênico e o ácido linoleico garantindo um invejável perfil de ácidos graxos.

## 2.5. OXIDAÇÃO LIPÍDICA

A oxidação lipídica é o termo utilizado para descrever uma série complexa de alterações químicas que ocorrem em óleos e gorduras, resultando em produtos secundários como aldeídos, cetonas, álcool, ácidos e hidrocarbonetos (OLIVO, 2006). É a deterioração mais importante que ocorre em produtos cárneos, definindo a vida útil, à medida que gera produtos indesejáveis do ponto de vista sensorial e destrói vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais (OSAWA; FELICIO; GONÇALVES, 2005).

### 2.5.1. Mecanismos da oxidação lipídica

A magnitude de processos oxidativos depende de fatores do próprio alimento como teor de água e a presença de substância pró-oxidantes como metais, enzimas e pigmentos. E das condições de processamento (moagem, mistura, aquecimento) e armazenamento (umidade, temperatura, luz, oxigênio) (TABEE et al., 2008).

Os ácidos graxos insaturados são as estruturas mais suscetíveis ao processo oxidativo. Estima-se que o ácido linoleico (C18:2  $\omega$ 6) seja de 10 a 40 vezes mais afetado pela oxidação que o ácido oleico (C18:1  $\omega$ 9) (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010). Apesar dos óleos vegetais serem ricos em gorduras insaturadas, quando comparados com gorduras animais, fonte de gorduras saturadas, são menos afetados pela oxidação lipídica. Isso é devido à presença de substâncias antioxidantes presentes naturalmente nos óleos vegetais, sendo mais difundidos os tocoferóis que são precursores da vitamina E (MORETTO e FETT, 1998).

Segundo Garcia et al. (2002), a redução do nível da oxidação lipídica, permite prolongar a vida de prateleira, evitando a ocorrência de descoloração e o surgimento dos sabores desagradáveis.

Antes do aparecimento da rancidez detectável no alimento o processo oxidativo pode provocar a formação de compostos tóxicos (ZANARDI et al., 2004). A ingestão de produtos tóxicos originados da oxidação lipídica, como o malonaldeído e os óxidos de colesterol, desperta cada vez mais a preocupação devido suas possíveis associações às doenças cardíacas, ao câncer e ao envelhecimento precoce (JIMÉNEZ-COLMENERO; COFRADES; CARBALLO, 2001).

A oxidação lipídica em produtos cárneos pode ser acompanhada por meio do valor de TBARS (substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico). O teste de TBARS é utilizado para quantificar o malonaldeído, um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos, formado durante o processo oxidativo (CECCHI, 1999).

A reação envolve o ácido 2-tiobarbitúrico com o malonaldeído, produzindo um composto de cor vermelha, medido em espectrofotômetro a 532 nm de comprimento de onda. Os resultados são expressos em valores de TBARS, definidos como a massa, em mg de malonaldeído por Kg da amostra (OSAWA; FELICIO; GONÇALVES, 2005).

Os lipídeos podem ser oxidados de diversas formas, sendo mais conhecidos os mecanismos de fotoxidação, oxidação enzimática e auto-oxidação.

A auto-oxidação representa o principal mecanismo de oxidação de lipídios em alimentos, ocorrendo em três etapas (iniciação, propagação e terminação) que levam à formação de radicais livres (RAMALHO e JORGE, 2006).

Iniciação – ocorre a formação dos radicais livres do ácido graxo devido à retirada de um hidrogênio do grupo metileno na molécula do ácido graxo (ARAUJO, 2008).

Propagação – os radicais livres são convertidos em outros radicais, aparecendo os produtos primários de oxidação (peróxidos e hidroperóxidos) cuja estrutura depende da natureza dos ácidos graxos presentes. Os radicais livres formados atuam como propagadores da reação, resultando em um processo autocatalítico (TOLEDO; ESTEVES; HARTMANN, 1985).

Término – dois radicais combinam-se, com a formação de produtos estáveis (produtos secundários de oxidação) obtidos por cisão e rearranjo dos peróxidos (BERGER e HAMILTON, 1995; SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999). Os hidroperóxidos são instáveis e se decompõem formando aldeídos, cetonas e álcoois, produtos secundários da oxidação.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 4 ed. Viçosa: UFV, 2008. 596 p.

AVISITE. **USDA projeta para 2015 aumento de 5% na produção brasileira de carne de frango**. [S.l.]. 2014 Disponível em: <<http://www.avisite.com.br/noticias/>>. Acesso em 23 de setembro de 2014.

BACKES, A.M. **Desenvolvimento de Produto Carne Fermentado adicionado de óleo de canola**. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Santa Maria-RS, 2011.

BERGER, K.G.; HAMILTON, R.J., **Lipids and oxygen: is rancidity avoidable in practice**” In: HAMILTON, R. J. **Developments in oils and fats**. London: Chapman & Hall, cap. 7, p. 192-204, 1995.

BRANDÃO, P.A. et al. Ácidos Graxos e Colesterol na Alimentação Humana. **Agropecuária Técnica**, Areia-PB, v. 26, n. 1, p. 5-14, 2005.

BRASIL. Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de linguiça**. Ministério da Agricultura. Brasília, 2000.

BRASIL. Decreto n. 30.691, de 29 de março de 1952. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Brasília, 1997.

BUZBY, J.; FARAH, H. **Chicken consumption continues long run rise**: Amber Waves. 2006. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/AmberWaves/April06/Findings/Chicken.html>> Acesso em 20 de maio de 2014.

CÁCERES, E.; GARCÍA, M.L.; SELGAS, M.D. Effect of pre-emulsified fish oil—As source of PUFA n-3— On microstructure and sensory properties of mortadella, a Spanish bologna-type sausage. **Meat Science**, v.80, p. 183-193. 2008.

CAMPBELL, M.K. **Bioquímica**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000. 752p.

CECCHI, H.M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. Campinas: Unicamp, 1999. 208 p.

CENTENARO, G.S.; FURLAM, V.J.M.; SOUZA-SOARES, L.A. Gordura de frango: alternativas tecnológicas e nutricionais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 3, p. 619-630, 2008.

CORSINI, M.S. et al. Perfil de ácidos graxos e avaliação da alteração em óleos de fritura. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 956-961, 2008.

COSTA, D.P.B. **Características da carne de novilhos nelore Alimentados com caroço de algodão**. 2009. Tese de Doutorado - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu- SP, 2009.

DAMODARAM, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de alimentos de fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

DIAS, R.P. Aproveitamento da Carne Caprina de Animais Velhos, de Descarte, na Produção de Linguiça Frescal sem Adição de Gordura Suína. **Circular Técnica**, Embrapa: Sobral, n. 33, 2006.

ERNST, N.D. et al. **Health effects of dietary fatty acids**. Champaign, USA: Editor Nelson, American-Oil-Chemists'-Society. 1991.

ESKIN, N.A.M.; MCDONALD, B.E. Canola oil. **Nutrition Bulletin**, v. 16, p. 138-146. 1991.

FARIA, I.G., FERREIRA, J.M., GARCIA, S.K. Mercado consumidor de carne suína e derivados em Belo Horizonte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 251-256. 2006.

GARCIA, C.E.R. et al. Antioxidantes utilizados na indústria cárnea. Quais são os aditivos inibidores da rancidez nos produtos cárneos? **Revista Nacional da Carne**, v. 26, n. 299, p. 36-51, 2002.

GIACOPINI, M.I.; BOSCH, V. Efecto de dietas con aceites de palma, girasol o pescado sobre la susceptibilidad a la oxidación de las lipoproteínas LDL - HDL del plasma de la rata. **Anales Venezolanos de Nutrición**. v. 21, p. 20-24, 2008.

GIACOPINI, M.I. et al. Estudio comparativo del consumo de aceite de oliva virgen o seje sobre el perfil lipídico y la resistencia a la oxidación de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) del plasma de rata. **Archivos Latinoamericano de Nutrición**. v. 61, p.143-148, 2011.

GIBNEY, M.J; VORSTER, H.H; KOK, F.J. Nutrição e Metabolismo dos Lipídios. In: **Introdução à Nutrição Humana**. Revisão técnica Miguel Carlos Reilla. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. 320 p.

IGGMAN, D. et al. Replacing dairy fat with rapeseed oil causes rapid improvement of hyperlipidaemia: a randomized controlled study. **Journal of Internal Medicine**. v. 270, p. 356-364, 2011.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; COFRADES, J.; CARBALLO, L.C. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**, v. 59, n. 1, p. 5-3, 2001.

KONING, D. et al. Essential Fatty Acids, Immune Function and Exercise. **Exercise Immunology Revision**, v. 3, p. 1-31, 1997.

MARTIN, C.A. et al. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.

- MARZZOCO, A.; TORRES, B.B. **Bioquímica básica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 386 p.
- MILANI, L. et al. Bioproteção de linguiça de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 23, p. 161-166, 2003.
- MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: 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**, v. 59, n. 3, p. 251-258, 2001.
- NELSON, D.L; COX, M.M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Tradução: Fabiana Horn. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 1304 p.
- O'BRIEN, R.D. **Fat and Oils**. Formulating and processing for Applications. Technomic Publishing Company: Lancaster, 1998. 592 p.
- ODA, S.H.I. et al. Segurança e qualidade para os embutidos. **Revista Nacional da Carne**, n. 317, 2003.
- OLIVO, R. Alterações oxidativas em produtos cárneos. In: SHIMOKOMAKI, M. et al. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. p. 17-27.
- OSAWA, C.C.; FELICIO, P.E.; GONÇALVES, L.A.G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 655-663, 2005.
- PAULINO, F.O. **Efeito da redução de gordura e substituição parcial de sal em linguiça suína tipo Toscana**. 2005. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense. Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. Niterói – RJ, 2005  
Disponível em:  
<[http://www.uff.br/higiene\\_veterinaria/teses/flavia\\_paulino\\_completa\\_mestrado.pdf](http://www.uff.br/higiene_veterinaria/teses/flavia_paulino_completa_mestrado.pdf)>  
Acesso em 10 de junho de 2014.
- PAWLOSKEY, R.J. et al. Effects of beef- and fish-based diets on the kinetics of n-3 fatty acid metabolism in human subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 77, n. 3, p. 565-72, 2003.
- PONTE, P.I.P. et al. Cholesterol levels and sensory characteristics of me from broilers consuming moderate to high levels of alfalfa. **Poultry Science**, v. 83, n. 5, p. 810-814, 2004.
- PRZYBYLSKI, P. et al. Canola oil. In: SHAHIDI, F. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**. 6<sup>th</sup> ed. Manitoba-Canada: John Wiley & Sons, 2005. Capítulo 2. v. 2, p. 61-121, 2005.



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

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2007. 184 p.

RIBEIRO, P.A.P. et al. Efeito do uso de óleo na dieta sobre a lipogênese e o perfil lipídico de tilápias-do-nylo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1331-1337, 2008.

RONDELLY, S.G.; MARTINEZ, O.; GARCIA, P.T. Effects of Different Dietary Lipids on the Fatty Acid Composition of Broiler Abdominal Fat. **Brazilian Journal Science**, v. 6, p. 171-175, 2004.

SAAB, M.S.B.L.M. **Comportamento do consumidor de alimentos no Brasil: um estudo sobre a carne suína**. 2011. Tese de Doutorado - Faculdade de Economia e Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo – FEA/USP. São Paulo, 2011.

SANTOS, R.D. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. **Arquivo Brasileiro Cardiologia**, v. 100, Supl. 3, p. 1-40, 2013.

SCHERR, C.; RIBEIRO, J.P. Gorduras em laticínios, ovos, margarinas e óleos: implicações para a aterosclerose. **Arquivo Brasileiro Cardiologia**, v. 95, n. 1, p. 55-60, 2010.

SCHMITZ G, ECKER J. The opposing effects of n-3 and n-6 fatty acids. **Program Lipids Research**, v. 47, n. 2, p. 147-55, 2008.

SEVERINI, C.; DE PILLI, T.; BAIANO, A. Partial substitution of pork backfat with extra-virgin olive oil in 'salami' products: effects on chemical, physical and sensorial quality. **Meat Science**, v. 64, n. 3, p. 323-331, 2003.

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

SIMOPOULOS A.P. Essential fatty acids in health and chronic disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 70, n. 3, p. 560S–9S, 1999.

TABEE, E. et al. Lipids and phytosterol oxidation in commercial French fries commonly consumed in Sweden. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 2, p. 169-177, 2008.

TOLEDO, M.C.F.; ESTEVES, W.; HARTMANN, V.E.M. Eficiência de antioxidantes em óleo de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 5, n. 1, p. 1-11, 1985.

TOMM, G.O. Canola: planta que traz muitos benefícios à saúde humana e cresce em importância no Brasil e no mundo. **Boletim Eletrônico**. 2006. Disponível em:

<[http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/aspectos\\_nutricionais.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/aspectos_nutricionais.htm)>. Acesso em 19 de maio de 2014.

UBABEF. União Brasileira de Avicultura. **Relatório anual 2014**. 2014. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/publicacoes>>. Acesso 23 de setembro de 2014.

USDA. United States Department of Agriculture. **Economic research services**. 2014. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/data-products/international-baseline-data.aspx#45167>>. Acesso em 23 de setembro de 2014.

VALLE, E.R. **Mitos e realidades sobre o consumo de carne bovina**. Campo Grande: Embrapa gado de corte, 2000. 33 p.

VOET, D.; VOET, J.G.; PRATT, C.W. **Fundamentos de Bioquímica**: a vida em nível molecular. Tradução Ana Beatriz Gorini da Veiga. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 1264 p.

WALLACE, F.A.; MILES, E.A.; CALDER, P.C. Comparison of the effects of linseed oil and different doses of fish oil on mononuclear cell function in healthy human subjects. **Brazilian Journal Nutrition**, v. 89, n. 5, p. 679-89, 2003.

YUNES, J.F.F. **Avaliação dos efeitos da adição de óleos vegetais como substitutos de gordura animal em mortadela**. 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Santa Maria – RS, 2010.

ZAMBRANO, M.I.G. El aceite canola e sus efectos e la salud. **Anales Venezolanos de Nutrición**, v. 25, n. 2, p. 94-99, 2012.

ZANARDI, E. et al. Lipolysis and lipid oxidation in fermented sausages depending on different processing conditions and different antioxidants. **Meat Science**. v. 66, n. 2, p. 415-423, 2004.

**CAPÍTULO 2**

## **Aspectos físico-químicos e sensoriais de linguiça frescal de frango com óleo de canola**

Leandro Alves Lacerda<sup>(1)</sup>, Xisto Rodrigues de Souza<sup>(1)</sup> e Erika Cristina Rodrigues<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá Bela Vista. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. CEP 78050-560, Cuiabá-MT. E-mail: leandro.lacerda@cfs.ifmt.edu.br, xisto.souza@ifmt.edu.br, erika.rodrigues@blv.ifmt.edu.br

Resumo – Objetivou-se avaliar os efeitos da adição de óleo de canola em substituição parcial à gordura animal em linguiça frescal de frango quanto aos aspectos físico-químicos e sensoriais. Foram elaboradas linguiças em 4 tratamentos (0; 2,5; 5 e 7,5% óleo de canola) com 4 repetições e tempo de armazenamento (0, 7, 15, 30 e 45 dias) para determinação de cor e pH, duas formas de apresentação (crua e cozida) para composição centesimal, bem como avaliação da perda por cozimento e análise sensorial. Os parâmetros luminosidade ( $L^*$ ) e índice amarelo ( $b^*$ ) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, mas durante o armazenamento, valores de  $L^*$  foram menores no tempo 0 dias,  $b^*$  teve alterações significativas nos tratamentos 0% e 7,5%, o índice de vermelho ( $a^*$ ) apresentou diferença entre os tratamentos no tempo 45 dias e no armazenamento apenas o tratamento 7,5% apresentou alterações. O pH apresentou diferença significativa entre os tratamentos e durante o armazenamento. Em linguiça crua houve aumento na umidade com inclusão do óleo de canola para os tratamentos 5,0% e 7,5%. Proteína e cinzas não apresentaram alterações. Na linguiça cozida, umidade teve alteração e cinzas não apresentaram variações. Proteína foi maior para inclusão de 5,0% e 7,5% de óleo de canola. Lipídeos tiveram menores valores para os tratamentos 5,0% e 7,5% nas duas formas de apresentação. A perda por cozimento foi maior para tratamento 5,0%. Na análise sensorial, o parâmetro sabor, mostrou diferença significativa com o tratamento 5,0% apresentando menor nota. Dessa forma a substituição da gordura animal por óleo de canola em linguiça frescal de frango é uma alternativa viável, pois manteve próximas as características cor, pH e sensoriais. Bem como, a composição centesimal nos valores permitidos.

Termos para indexação: óleos vegetais, gordura animal, embutidos cárneos.

## **Aspects physico-chemical and sensory in sausage chicken frescal with canola oil**

Abstract – The objective was to evaluate the effects of adding canola oil to partially replace animal fat in sausage chicken frescal as the physico-chemical and sensory aspects. Sausages were prepared in 4 treatments (0, 2.5, 5 and 7.5% canola oil) with 4 replications and storage time (0, 7, 15, 30 and 45 days) to determine color and pH, two presentations (raw and cooked) for chemical composition, just like assessment of cooking loss and

sensory analysis. The brightness parameters ( $L^*$ ) and yellow index ( $b^*$ ) showed no significant difference between treatments, but during storage,  $L^*$  values were lower at time 0 days  $b^*$  had significant changes in treatments 0% and 7.5%, the red index ( $a^*$ ) differ between treatments at the time and 45 days storage only 7.5% showed treatment changes. The pH significantly different between treatments and during storage. In raw sausage was no increase in moisture with inclusion of canola oil treatments to 5.0% and 7.5%. Protein and ash showed no changes. In cooked sausage, humidity changes and ashes showed no variations. Protein was higher for the inclusion of 5.0% and 7.5% canola oil. Lipids had lower values for the treatments 5.0% and 7.5% in both forms of presentation. The cooking loss was higher for Treatment 5.0%. Sensory in the test, the taste parameter showed a significant difference, with the treatment 5.0% showing lower note. Thus the substitution of animal fat with canola oil in chicken sausage frescal is a viable alternative because kept close color characteristics, pH and sensory. Just like, the chemical composition on the allowed values.

Index terms: vegetables oils, fat animal, meat sausages.

## Introdução

A importância atribuída à interação dieta-saúde, eleva o desenvolvimento de novas pesquisas, avaliando os efeitos de componentes alimentares específicos sobre as funções fisiológicas e metabólicas e o impacto do consumo de ingredientes para a saúde (Mozaffarian & Wu, 2012; Siriwardhana et al., 2012; Wu et al., 2012). Segundo Polychronopoulos et al. (2010), o consumo frequente de produtos tradicionais a base de carne é questionado, pois tem sido mostrado que a ingestão de alguns produtos pode ser diretamente associada com resultados negativos para a saúde.

Do ponto de vista nutricional, embutido cárneo é uma importante fonte de proteínas de alto valor biológico (Berian et al., 2000). No entanto, estes produtos cárneos tradicionais mostram alguns aspectos negativos como consequência de seu alto teor de gordura animal. Porém, esses alimentos continuam a ser altamente consumidos. Assim, os derivados cárneos podem ser considerados como principais alimentos para modificação do perfil nutricional e para reverter o potencial impacto negativo sobre a saúde (Christophersen & Haug, 2011; Olmedilla-Alonso et al., 2013).

Um dos métodos mais estudados é a substituição por óleos vegetais. Vários autores têm realizado pesquisas sobre a formulação de embutidos onde a gordura animal é

substituído por óleos vegetais de soja (Muguerza et al., 2003), linhaça (Ansorena & Astiasarán, 2004; Valencia et al., 2006) e azeite emulsionado (Severini et al., 2003).

Em pesquisas realizadas por Giacopini & Bosch (2008); Giacopini et al. (2011), onde estudavam o óleo de canola em comparação com outros óleos comestíveis, concluíram que o óleo de canola tem a mais baixa concentração de ácidos graxos saturados, uma alta concentração de ácidos graxos insaturados, com alto conteúdo de ácidos graxos essenciais (AGE) e a mais baixa relação  $\omega 6/\omega 3$ , o que faz com que seja um óleo benéfico na prevenção e controle de algumas doenças.

A gordura em produtos à base de carne desempenha um papel importante na formação de emulsões, reduzindo a perda por cozimento, melhorando a capacidade de retenção da água e as propriedades de ligação, proporcionando suculência e dureza de textura para os produtos (Hughes et al., 1997; Pietrasik & Duda, 2000).

Com a realização desse estudo objetivou-se avaliar os efeitos da adição de óleo de canola em substituição parcial à gordura animal em linguiça frescal de carne de frango quanto aos aspectos físico-químicos e sensoriais.

## **Material e Métodos**

### **Formulação e processamento da linguiça**

A emulsão, para a inclusão do óleo de canola, foi preparada no dia anterior à fabricação do produto e foi composta por óleo de canola (50%), pele suína (20%) e gelo (30%). Homogeneizada em liquidificador, embalada em recipiente plástico envolvido por papel alumínio e armazenada em refrigeração à 4°C. Foi utilizado óleo comercial Liza (Cargill Agrícola S.A.).

Para o processamento da linguiça frescal, foram adquiridos peito, coxa e sobrecoxa de frangos, de mesma marca comercial, que foram desossadas e toucinho suíno adquiridos no comércio local. A carne foi moída em disco de 8mm, a pele de frango e o toucinho foram moídos em disco de 6mm em moedor industrial. A massa cárnea foi pesada em balança eletrônica digital capacidade 15Kg e adicionada de todos os ingredientes da formulação conforme suas proporções. Em seguida a massa cárnea foi pesada novamente e

separada em 4 tratamentos (T1= 0%; T2= 2,5%; T3= 5%; T4= 7,5%) com 4 repetições para a inclusão das porcentagens de emulsão de óleo de canola. Foi refrigerada para processo de cura por 4 horas a 8°C. Após esse período, foi realizado o embutimento da massa em tripa natural de suínos. Os tratamentos foram embalados em saco plástico (polietileno) e armazenados em temperatura de -8°C em estufa incubadora tipo B.O.D. (Demanda Bioquímica de Oxigênio) (modelo TE-371, TECNAL) para a realização das análises que compreenderam um período de 45 dias. A quantidade e descrição dos ingredientes utilizados para o processamento da linguiça são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Formulação de linguiça frescal de carne de frango com valores para 10 Kg de produto.

Substituição (%)		0	2,5	5,0	7,5
Ingredientes (fixos)	Quantidade (%)	T1	T2	T3	T4
Carne Peito + pele	36	900	900	900	900
Carne coxa/sobre+ pele	54	1350	1350	1350	1350
Sal (NaCl)	1	25	25	25	25
Sal de Cura <sup>1</sup>	0,3	7,5	7,5	7,5	7,5
Água	2	50	50	50	50
Fixador de cor <sup>2</sup>	0,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Açúcar	0,1	2,5	2,5	2,5	2,5
Condimentos <sup>3</sup>	1	25	25	25	25
Glutamato monossódico	0,1	2,5	2,5	2,5	2,5
Proteína Isolada Soja	0,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Estabilizante <sup>4</sup>	0,25	6,25	6,25	6,25	6,25
Ingredientes (variáveis)					
Toucinho	10	250	187,5	125	62,5
Óleo de Canola	-	-	62,5	125	187,5

Valores expressos em grama (g) para os tratamentos.

<sup>1</sup>(sal + nitrato de sódio + nitrito de sódio).

<sup>2</sup>Fixacor (eritorbato)

<sup>3</sup>Condimento linguiça frescal de frango Ibrac (sal 97% + especiarias+ aromas naturais).

<sup>4</sup>Estabilizante Ibrac (trifosfato de sódio)

## Análise físico-química

As amostras foram analisadas nos intervalos de tempos de 0, 7, 15, 30 e 45 dias de armazenamento. A leitura da cor foi realizada na superfície dessas fatias, utilizando o sistema CIE L\*a\*b\*, iluminante D65, 10° para observador padrão e componente especular

excluído (SCE), usando o equipamento Minolta CM-700D calibrado para um padrão branco. O valor de  $L^*$  determina a posição do ponto sobre o eixo vertical de luminosidade; o valor de  $a^*$  é do ponto sobre o eixo (-) verde/vermelho (+) e o valor de  $b^*$ , do ponto correspondente sobre o eixo (-) azul/amarelo (+) (Ramos & Gomide, 2007). Três leituras com três medições cada, foram realizadas em locais aleatórios por fatia e as médias das determinações foram utilizadas na análise estatística.

As análises da composição centesimal foram realizadas de acordo com as normas analíticas da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – (AOAC, 2012). O teor de umidade foi determinado através da perda de água por dessecação até peso constante, a 105°C (método 950.46). Proteína por determinação de nitrogênio total realizada pelo processo de digestão Kjeldahl (método 928.08), utilizando o fator de transformação do nitrogênio em proteína de 6,25. Os lipídios obtidos utilizando-se o aparelho Soxhlet com solvente extrator (método 991.36). A determinação de cinzas realizada por incineração completa dos compostos orgânicos em mufla a 550°C (método 920.153).

Para as análises de pH seguiu-se a metodologia da AOAC (2012), as amostras foram homogeneizadas em triturador (Turratrec TE-102, TECNAL, Piracicaba-SP) pesando-se 5g de amostra adicionando água destilada (50ml), utilizando um medidor de pH (Modelo MB-10, Marte) (método 973.41). Todas as determinações foram realizadas em triplicata.

A perda de peso por cozimento (PPC), foi determinada utilizando o método da AMSA (1978). Pesou-se 25 gramas de amostras que forma embaladas em papel alumínio e cozidas em chapa aquecedora a 150°C, até atingirem a temperatura interna de  $72 \pm 2^\circ\text{C}$ . A diferença entre o peso inicial e final das amostras correspondeu ao valor da perda de peso por cozimento.

### **Análise sensorial**

O painel sensorial foi composto por 60 julgadores não treinados, de ambos os sexos. Os julgadores foram solicitados a avaliar os atributos sensoriais do produto. As amostras de linguças correspondentes para as 4 formulações foram assadas, cortadas, colocadas em bandejas com código de identificação, dispostas aleatoriamente, e fornecida a cada



jugador, juntamente com uma ficha de avaliação e um copo com água. A avaliação sensorial foi realizada em cabines individuais com luz branca. Os membros do painel foram instruídos para limpar seus paladares entre as amostras com água. Os provadores avaliaram as amostras dos 4 tratamentos e preencheram a ficha de avaliação, por meio de teste afetivo quantitativo, utilizando uma escala hedônica estruturada de pontos (Lawless e Heymann, 2010; Dutcosky, 2011). Os atributos sensoriais avaliados foram aparência geral da superfície do produto cortado, cor, textura, sabor e aceitabilidade global, todos classificados numa escala de 1 a 5, em que 1= desgostei muito, 2= desgostei, 3 = não gostei/nem desgostei, 4 = gostei e 5 = gostei muito.

### **Delineamento experimental e análise estatística**

O experimento foi dividido em:

Análise de cor e pH por experimento fatorial com quatro níveis de substituição de gordura animal por óleo de canola (0; 2,5; 5,0 e 7,5%) com quatro repetições para cada nível de substituição considerando o efeito do armazenamento em cinco diferentes tempos (0, 7, 15, 30 e 45 dias).

Análise de composição centesimal por experimento fatorial com quatro níveis de substituição de gordura animal por óleo de canola (0; 2,5; 5,0 e 7,5%) com quatro repetições para cada nível de substituição considerando o efeito da forma de apresentação do produto (cru e cozido).

Análise de perda de peso por cozimento por Regressão com quatro níveis de substituição de gordura animal por óleo de canola (0; 2,5; 5,0 e 7,5%) com quatro repetições para cada nível de substituição.

Análise sensorial por Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com quatro níveis de substituição de gordura animal por óleo de canola (0, 2,5; 5,0 e 7,5%) do produto cozido apresentado a 60 julgadores.

Os resultados foram analisados por meio de uma análise de variância (ANOVA), utilizando o programa de Assistência Estatística (SISVAR Versão 5.4/Build 80) DEX/UFLA, Daniel Furtado Ferreira - Brasil). Para comparação entre as médias foi utilizado o teste de Tukey. O nível de significância foi estabelecido para 5% ( $P < 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

### Avaliação da Cor

Para o parâmetro luminosidade ( $L^*$ ) não foi observado diferença significativa ( $P>0,05$ ) quando realizada comparação entre os tratamentos. Sendo assim, o aumento da inclusão de óleo de canola nas formulações da linguiça de frango não influenciou na alteração dos valores do atributo  $L^*$  na avaliação da cor. Assim como, não houve interação significativa entre o nível de inclusão do óleo de canola e o tempo de armazenamento. Conforme está exposto na Tabela 2.

Quando a comparação foi realizada para cada tratamento tendo como parâmetro de avaliação o período de armazenamento, observou-se que no tratamento 0%, a luminosidade foi maior significativamente ( $P<0,05$ ) a partir do tempo 0 dias. O tratamento com 2,5% apresentou maiores valores a partir do tempo 0 com diferença estatística ( $P<0,05$ ) em relação a este apenas no tempo 30 dias. O tratamento com 5,0% foi semelhante ao tratamento 2,5%. O tratamento com 7,5% apresentou diferença significativa ( $P<0,05$ ) com maiores valores de  $L^*$  a partir do tempo 0 assim como os outros tratamentos. Em todos os tratamentos foi observado um menor valor no tempo 0 dias e maior valor nos tempos 30 e 45 dias ao final do período de armazenamento. Estes resultados são semelhantes com Rubio et al. (2008), que também encontraram maiores valores  $L^*$  em embutidos ao final do armazenamento.

Mora-Gallego et al. (2014), avaliando o efeito da redução de gordura de suína em embutidos cárneos com redução de sódio, afirmaram que tanto o nível de gordura, quanto o tempo de armazenamento aumentaram luminosidade ( $L^*$ ). Soyer et al. (2005), relataram significativamente maiores valores de  $L^*$  com o aumento do nível de gordura em uma tradicional linguiça turca.

O parâmetro índice de vermelho ( $a^*$ ) não mostrou interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento do produto. Apresentou diferença significativa ( $P>0,05$ ) quando realizada comparação entre os tratamentos somente para o tempo 45 dias, com o tratamento

**Tabela 2.** Médias do parâmetro luminosidade (L\*), índice de vermelho (a\*), índice de amarelo (b\*) na avaliação da cor e médias do pH em linguiça frescal de carne de frango com óleo de canola em diferentes tempos de armazenamento.

Variáveis	Óleo de Canola (Trat)	Armazenamento (Arm) (dias)					Média	p-valor		
		0	7	15	30	45		Trat	Arm	Trat x Arm
L*	0%	52,83±4,6 <sup>c</sup>	57,97±4,4 <sup>ab</sup>	55,84±4,6 <sup>bc</sup>	59,60±3,5 <sup>ab</sup>	62,28±4,7 <sup>a</sup>	<b>57,66</b>	0,8689	0,0001	0,6082
	2,5%	53,12±5,3 <sup>c</sup>	56,78±3,7 <sup>bc</sup>	56,39±4,9 <sup>bc</sup>	60,86±4,3 <sup>ab</sup>	63,90±5,5 <sup>a</sup>	<b>58,21</b>			
	5,0%	54,87±5,3 <sup>c</sup>	58,08±3,7 <sup>abc</sup>	55,62±3,5 <sup>bc</sup>	60,15±2,9 <sup>ab</sup>	62,76±5,7 <sup>a</sup>	<b>58,30</b>			
	7,5%	53,27±3,3 <sup>c</sup>	60,98±2,8 <sup>a</sup>	55,48±3,0 <sup>bc</sup>	59,30±4,1 <sup>ab</sup>	61,00±4,4 <sup>a</sup>	<b>58,01</b>			
	<b>Média</b>	<b>53,53<sup>c</sup></b>	<b>58,46<sup>b</sup></b>	<b>55,84<sup>c</sup></b>	<b>59,98<sup>ab</sup></b>	<b>62,43<sup>a</sup></b>				
a*	0%	2,88±0,5	3,13±0,7	3,41±1,1	2,90±1,4	3,85±1,2 <sup>A</sup>	<b>3,24<sup>A</sup></b>	0,0207	0,0013	0,2605
	2,5%	2,28±0,9	2,72±0,8	2,90±0,6	2,76±0,7	2,61±0,9 <sup>B</sup>	<b>2,65<sup>B</sup></b>			
	5,0%	2,79±0,9	2,51±0,5	3,62±1,5	2,71±0,8	3,30±1,0 <sup>AB</sup>	<b>2,98<sup>AB</sup></b>			
	7,5%	2,98±0,7 <sup>ab</sup>	3,19±1,1 <sup>ab</sup>	3,06±0,8 <sup>ab</sup>	2,15±0,6 <sup>b</sup>	3,63±1,0 <sup>ABa</sup>	<b>3,00<sup>AB</sup></b>			
	<b>Média</b>	<b>2,73<sup>bc</sup></b>	<b>2,89<sup>abc</sup></b>	<b>3,25<sup>ab</sup></b>	<b>2,63<sup>c</sup></b>	<b>3,35<sup>a</sup></b>				
b*	0%	12,58±3,4 <sup>b</sup>	14,17±1,6 <sup>ab</sup>	13,83±2,2 <sup>ab</sup>	14,37±1,8 <sup>ab</sup>	16,07±2,5 <sup>a</sup>	<b>14,20</b>	0,2514	0,0001	0,4751
	2,5%	11,90±2,9	12,72±1,6	14,08±2,7	14,06±2,5	13,75±3,5	<b>13,30</b>			
	5,0%	12,68±2,2	14,20±2,2	14,11±1,6	13,28±1,8	14,69±1,8	<b>13,79</b>			
	7,5%	12,00±1,4 <sup>b</sup>	15,24±2,1 <sup>a</sup>	13,62±2,4 <sup>ab</sup>	13,04±1,5 <sup>ab</sup>	14,32±2,8 <sup>ab</sup>	<b>13,64</b>			
	<b>Média</b>	<b>12,29<sup>b</sup></b>	<b>14,08<sup>a</sup></b>	<b>13,91<sup>a</sup></b>	<b>13,69<sup>a</sup></b>	<b>14,71<sup>a</sup></b>				
pH	0%	6,26±0,08 <sup>Aab</sup>	6,37±0,06 <sup>a</sup>	6,35±0,07 <sup>ABa</sup>	6,17±0,32 <sup>Bb</sup>	6,28±0,11 <sup>ABab</sup>	<b>6,29<sup>B</sup></b>	0,0001	0,0001	0,0001
	2,5%	6,13±0,12 <sup>Bc</sup>	6,42±0,06 <sup>a</sup>	6,37±0,04 <sup>ABab</sup>	6,35±0,07 <sup>Aab</sup>	6,29±0,14 <sup>Ab</sup>	<b>6,31<sup>AB</sup></b>			
	5,0%	6,14±0,10 <sup>ABbc</sup>	6,36±0,05 <sup>a</sup>	6,27±0,05 <sup>Bab</sup>	6,14±0,04 <sup>Bc</sup>	6,16±0,07 <sup>Bbc</sup>	<b>6,22<sup>C</sup></b>			
	7,5%	6,20±0,08 <sup>ABb</sup>	6,42±0,05 <sup>a</sup>	6,44±0,05 <sup>Aa</sup>	6,44±0,05 <sup>Aa</sup>	6,34±0,12 <sup>Aa</sup>	<b>6,37<sup>A</sup></b>			
	<b>Média</b>	<b>6,18<sup>c</sup></b>	<b>6,39<sup>a</sup></b>	<b>6,36<sup>a</sup></b>	<b>6,28<sup>b</sup></b>	<b>6,27<sup>b</sup></b>				

Todos os valores são média ± desvio padrão.

Trat. (Tratamentos)

Arm. (Armazenamento)

p-valor – Probabilidade calculada.

<sup>abc</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula entre colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

<sup>ABC</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

2,5% tendo o menor valor em relação ao tratamento 0%. Os valores dos tratamentos 5,0% e 7,5% estão compreendidos entre os dois tratamentos citados acima. Sendo assim, o aumento do nível de inclusão do óleo de canola a partir da concentração de 5,0% nas formulações da linguiça de frango, não influenciou na alteração dos valores do atributo  $a^*$ .

Resultados obtidos por Choi et al. (2009), relatam que embutidos cárneos com gordura reduzida suplementado com fibra apresentaram menores valores de  $a^*$  do que amostras controle.

Comparando-se cada tratamento, tendo como parâmetro de avaliação o período de armazenamento, observou-se que, no tratamento com 7,5% de óleo de canola, houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre o tempo 45 dias que apresentou maior valor e o tempo 30 dias de armazenamento. Youssef et al. (2011), utilizando óleo de canola pré-emulsificado como substituto de gordura em produtos cárneos verificaram menores valores do atributo  $a^*$ .

Os valores de índice de amarelo ( $b^*$ ) foram maiores que os valores de  $a^*$  o que indica maior intensidade do componente de cor amarelo e consequentemente indicando produto com cor parda e esbranquiçada, correspondente a coloração da linguiça de frango. O parâmetro  $b^*$  não apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) quando realizada comparação entre os tratamentos. Assim como não foi significativo a interação entre os tratamentos testados e o tempo de armazenamento. Sendo assim, o aumento da inclusão de óleo de canola nas formulações da linguiça de frango não influenciou na alteração dos valores do atributo  $b^*$  na avaliação da cor. Esses valores estão expostos na Tabela 2.

Quando a comparação foi realizada para cada tratamento tendo como parâmetro de avaliação o período de armazenamento, observou-se que, no tratamento 0% houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) com maior valor para o tempo 45 dias em relação ao tempo 0. Bem como, no tratamento com 7,5% o maior valor foi medido no tempo 7 dias em relação ao tempo 0 dias.

Mora-Gallego et al. (2014), não encontraram diferenças significativas para os valores de  $b^*$  entre embutidos com gordura animal e com óleo vegetal. Da mesma forma, Mugerza et al. (2003) relataram que a cor amarela não foi significativamente afetada pela adição de óleo de soja substituindo toucinho em embutido cárneo, que pode ser explicado pelo efeito antioxidante da vitamina E em óleo utilizado.

Rubio et al. (2008), estudaram a influência do tempo de armazenamento sobre a estabilidade da cor em embutidos fermentados, e verificaram que o tempo não determinou alterações significativas no parâmetro  $b^*$ , que é um parâmetro que pode estar relacionado com a oxidação de lipídios.

Diferentemente dos resultados encontrados por Park et al. (2005), que verificaram que com óleo vegetal substituindo gordura animal em produtos de carne, os valores de  $b^*$  aumentaram significativamente. Assim como Youssef et al. (2011), que detectaram que a substituição da gordura por óleo de canola, contribuiu para o aumento do parâmetro  $b^*$ .

### **Potencial hidrogeniônico - pH**

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos e o tempo de armazenamento do produto. Os valores médios de pH avaliados entre os tratamentos apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), exceto para o tempo 7 dias, com o tratamento 5,0% apresentando menores valores, conforme exposto na Tabela 2. Efeito semelhante foi constatado por Baer & Dilger (2014), avaliando o efeito da qualidade da gordura no processamento de linguiças, não encontraram diferença nos valores de pH em todas as combinações de tratamento.

Avaliando os tratamentos em relação ao tempo de estocagem pode-se dizer que o valor de pH foi maior para os tratamentos com 2,5% e 7,5% significativamente a partir do tempo 0 em relação aos tempos 7, 15 e 30 dias. No tratamento 5,0% o tempo 7 dias teve maior valor com diferença significativa ( $P < 0,05$ ). No tratamento 0% foi observado diferença significativa ( $P > 0,05$ ) com menor valor para o tempo 30 dias em relação aos tempos 7 e 15 dias.

O aumento no pH pode ser devido à presença de compostos básicos resultantes de reações de descarboxilação e desaminação de alguns aminoácidos pelas enzimas presentes na carne (Lucke, 2000). Além disso, um aumento de pH pode estar associado com degradação de proteínas e de aminoácidos por bactérias gram-negativas (Verma & Sahoo, 2000). Silva et al. (2008), constatou aumento gradativo nos valores de pH pesquisando a influência da adição de polifosfatos em linguiça de frango.

Os valores normais para coxa de frango são de pH entre 6,4 e 6,7 e também para carne de peito e coxa de frangos valores de 5,94 e 6,10, respectivamente (Olivo, 2006). Enquanto que para carne de sobrecoxa desossada manualmente, um pH de aproximadamente 5,8 e 6,2 (Beraquet et al., 2001).

### **Composição Centesimal**

Os resultados da composição centesimal com valores médios de umidade, proteína, lipídeos e cinzas de linguiça frescal crua e cozida estão expostos na Tabela 3.

Houve interação entre os tratamentos e as variáveis analisadas, com exceção da variável de análise de cinzas. Em linguiça crua, o teor de umidade foi diferente significativamente ( $P < 0,05$ ), com maior valor nos tratamentos com 5,0% e 7,5% de óleo de canola em relação aos tratamentos com 0% e 2,5%. Esse aumento na umidade pode ser justificado pois o óleo de canola foi incluso através de emulsão que contém em sua formulação quantidade significativa de água. Sendo assim, a inclusão de óleo de canola emulsionado ocasionou aumento nos valores de umidade do produto.

A quantidade de proteína e cinzas não apresentaram diferença estatística ( $P > 0,05$ ) comparando a formulação controle com as formulações que continham substituições de gordura animal por óleo de canola em linguiça crua.

Os valores de lipídeos dos tratamentos com 5,0% e 7,5% foram menores do que os tratamentos com 0% e 2,5%, com diferença significativa ( $P < 0,05$ ). Resultado semelhante ocorreu com o produto cozido. Esse menor valor de lipídeos para os tratamentos com maior quantidade de óleo de canola pode ser devido às possíveis perdas de quantidades do óleo em virtude da ineficácia da emulsão utilizada.

Os valores de umidade em linguiça cozida, apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) com maior valor para o tratamento 0% em relação ao tratamento 5%. Os valores de cinzas não diferiram estatisticamente ( $P > 0,05$ ). O aumento da inclusão do óleo de canola emulsionado na formulação de linguiça de frango não alterou os teores de cinza no produto cozido.

As médias obtidas de proteína em linguiça cozida apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) com maior valor para os tratamentos com 5,0% e 7,5%. O que pode

**Tabela 3.** Composição centesimal de linguiça frescal crua e cozida de carne de frango com óleo de canola.

Variável	Forma de Apresentação (Apr)	Óleo de Canola (Trat)				Média	p-valor		
		0%	2,5%	5,0%	7,5%		Trat	Apr	Trat x Apr
Umidade	Crua	65,12±0,3 <sup>Ab</sup>	65,42±1,2 <sup>Ab</sup>	66,69±1,7 <sup>Aa</sup>	67,68±0,8 <sup>Aa</sup>	<b>58,43<sup>B</sup></b>	0,0006	0,0001	0,0001
	Cozida	59,09±0,3 <sup>Ba</sup>	58,48±0,7 <sup>Bab</sup>	57,55±0,9 <sup>Bb</sup>	58,60±1,1 <sup>Bab</sup>	<b>66,23<sup>A</sup></b>			
	Média	<b>62,10<sup>b</sup></b>	<b>61,95<sup>b</sup></b>	<b>62,12<sup>b</sup></b>	<b>63,14<sup>a</sup></b>				
Proteína	Crua	16,82±0,9 <sup>B</sup>	16,68±0,8 <sup>B</sup>	17,26±0,8 <sup>B</sup>	16,80±1,1 <sup>B</sup>	<b>16,89<sup>B</sup></b>	0,0001	0,0001	0,0001
	Cozida	18,93±0,8 <sup>Ab</sup>	19,10±0,9 <sup>Ab</sup>	21,46±0,9 <sup>Aa</sup>	21,54±0,7 <sup>Aa</sup>	<b>20,26<sup>A</sup></b>			
	Média	<b>17,88<sup>b</sup></b>	<b>17,90<sup>b</sup></b>	<b>19,36<sup>a</sup></b>	<b>19,17<sup>a</sup></b>				
Lipídeo	Crua	13,62±0,1 <sup>Ba</sup>	13,73±0,1 <sup>Ba</sup>	11,84±0,2 <sup>Bb</sup>	11,67±0,3 <sup>Bb</sup>	<b>12,72<sup>B</sup></b>	0,0001	0,0001	0,0001
	Cozida	17,38±0,3 <sup>Ab</sup>	18,12±0,2 <sup>Aa</sup>	16,29±0,3 <sup>Ac</sup>	15,25±0,2 <sup>Ad</sup>	<b>16,76<sup>A</sup></b>			
	Média	<b>15,50<sup>b</sup></b>	<b>15,93<sup>a</sup></b>	<b>14,07<sup>c</sup></b>	<b>13,46<sup>d</sup></b>				
Cinzas	Crua	3,24±0,1 <sup>B</sup>	3,16±0,0 <sup>B</sup>	3,21±0,1 <sup>B</sup>	3,15±0,1 <sup>B</sup>	<b>3,19<sup>B</sup></b>	0,0238	0,0001	0,7406
	Cozida	3,60±0,0 <sup>A</sup>	3,50±0,1 <sup>A</sup>	3,50±0,1 <sup>A</sup>	3,51±0,1 <sup>A</sup>	<b>3,53<sup>A</sup></b>			
	Média	<b>3,42<sup>a</sup></b>	<b>3,33<sup>b</sup></b>	<b>3,35<sup>ab</sup></b>	<b>3,33<sup>b</sup></b>				

Todos os valores são média ± desvio padrão.

Trat. (Tratamento)

Apr. (Forma de apresentação)

p-valor – Probabilidade calculada.

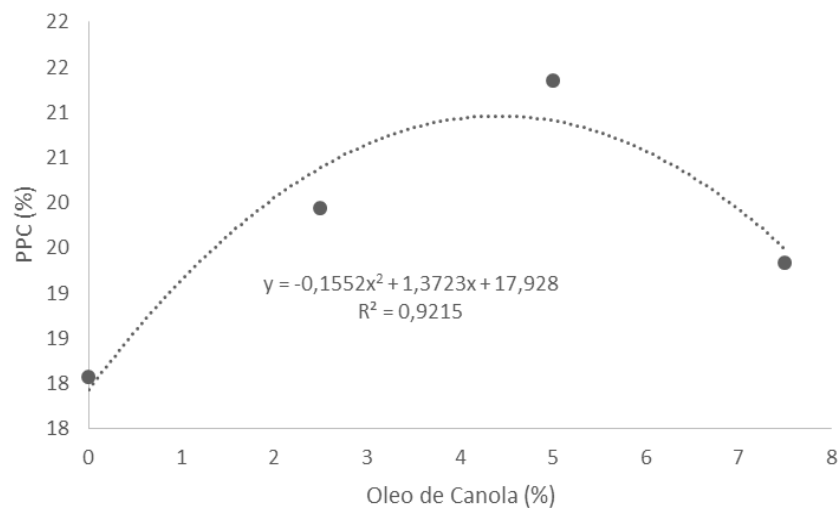
<sup>abc</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula entre colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

estar relacionado com o aumento da concentração do teor de lipídeos para esses tratamentos.

Os resultados de composição centesimal em todas as variáveis analisadas, estão de acordo com os limites máximos e mínimos estabelecidos pela Instrução Normativa nº4 (Brasil, 2000). Apresentam-se também de acordo com os valores contidos na tabela brasileira de análise de alimentos (Taco, 2011).

### Perda de peso por cozimento - PPC

Verifica-se que a perda por cozimento foi superior nos tratamentos com óleo de canola quando comparado com o controle, conforme está representado na Figura 1.



**Figura 1.** Gráfico com os valores médios da perda de peso após o cozimento (PPC) de linguiça frescal de carne de frango com óleo de canola.

Calculando o ponto máximo de perda de peso por cozimento no gráfico verifica-se que este corresponde a 4,9% de inclusão do óleo de canola. Podendo-se afirmar, com base no gráfico, que a inclusão do óleo de canola na formulação do produto em concentrações compreendidas entre o valor 0% e 4,9% apresentam valores crescentes de perda por cozimento e que a partir desse valor a perda por cozimento tende a diminuir.



Perda por cozimento é afetada pelo método (Yoo et al. 2005), inclusão de aditivos (Garcia-Garcia & Totosaus, 2008), o tipo de gordura presente (Choi et al., 2009) e da quantidade de gordura no produto cárneo (Hong et al., 2004).

Choi et al. (2009), relatou que as perdas de peso por cozimento para sistemas de emulsão de carne com redução de gordura, foram afetadas pelo tipo de óleo vegetal usado. Park et al. (2005), relataram que a redução do teor de gordura animal em linguiças reduzia a perda por cozimento, e isto era dependente do tipo de gordura.

Choi et al. (2010a), avaliando linguiça com óleo de semente de uva, verificaram que a redução de gordura animal e inclusão do óleo vegetal não alterou significativamente a perda de peso por cozimento. A perda de peso de linguiças não foi afetada ( $P>0,05$ ) por diferenças em conteúdo de gorduras e óleos vegetais (Alvarez et al., 2011).

## Avaliação Sensorial

Os resultados da avaliação sensorial de linguiça de frango com valores médios para os parâmetros aparência, cor, textura, sabor e global estão expostos na Tabela 4.

**Tabela 4.** Análise sensorial para linguiça frescal de carne de frango com óleo de canola.

Variável	Tratamentos				p-valor
	0%	2,5%	5,0%	7,5%	
<b>Aparência</b>	3,67±0,9 <sup>a</sup>	3,65±0,9 <sup>a</sup>	3,53±0,9 <sup>a</sup>	3,68±1,0 <sup>a</sup>	0,81
<b>Cor</b>	3,49±0,9 <sup>a</sup>	3,66±0,8 <sup>a</sup>	3,60±0,9 <sup>a</sup>	3,73±0,9 <sup>a</sup>	0,50
<b>Textura</b>	4,15±0,8 <sup>a</sup>	3,96±0,9 <sup>a</sup>	3,84±0,9 <sup>a</sup>	3,88±1,0 <sup>a</sup>	0,23
<b>Sabor</b>	4,25±0,7 <sup>a</sup>	4,23±0,7 <sup>a</sup>	3,82±0,9 <sup>b</sup>	4,21±0,9 <sup>a</sup>	0,01
<b>Impressão Global</b>	4,15±0,7 <sup>a</sup>	4,06±0,7 <sup>a</sup>	3,98±0,8 <sup>a</sup>	4,12±0,8 <sup>a</sup>	0,64

Todos os valores são média ± desvio padrão.

p-valor – Probabilidade calculada.

<sup>abc</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula entre colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os parâmetros aparência, cor, textura e impressão global julgados na análise sensorial não apresentaram diferença significativa ( $P>0,05$ ). No parâmetro sabor, houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) com o tratamento 5,0% de óleo de canola apresentando menor nota em relação aos outros tratamentos. Assim, pode-se dizer que o efeito da

inclusão do óleo de canola emulsionado na formulação da linguiça de carne de frango não alterou as características sensoriais julgadas pelos avaliadores.

Em todos os tratamentos os parâmetros julgados apresentaram pontuação acima da média 3 (não gostei/nem desgostei) considerando a escala hedônica estruturada de 5 pontos. Tem sido demonstrado que os óleos de soja e de canola fornecem características sensoriais mais próximas de gordura de porco do que azeites ou linhaça quando adicionados na composição do produto (Choi et al., 2010b). O que pode ser constatado neste estudo verificando os atributos sensoriais analisados.

Poyato et al. (2014), pesquisando diferentes emulsões para incorporação de ácidos graxos ômega 3 em produtos cárneos, concluíram que não houve diferenças sensoriais significativas quando comparado com produtos de controle ou produtos do tipo emulsão tradicionais. Backes et al. (2013), concluíram que não houve diferença estatística nos atributos de aparência, cor, textura e sabor avaliados em seu estudo com salame tipo italiano adicionado de óleo de canola.

## Conclusões

1. A inclusão do óleo de canola emulsionado em linguiça frescal de carne de frango substituindo a gordura animal é um meio válido para reduzir a quantidade de gordura animal do produto sem alterar suas características de cor, pH e sensoriais. Bem como, mantendo suas características de composição centesimal conforme definido na legislação brasileira.

## Referências

ÁLVAREZ, D.; DELLES, R.M.; XIONG, Y.L.; CASTILLO, M.; PAYNE, F.A.; LAENCINA, J. Influence of canola-olive oils, rice bran and walnut on functionality and emulsion stability of frankfurters. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, p. 1435-1442, 2011.

ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants. **Meat Science**, v. 67, p. 237-244, 2004.

AMSA. **Guidelines of Cookery and Sensory Evaluation of Meat**. American Meat Science Association and National Livestock and Meat Board, Chicago, IL. 1978.

AOAC. **Association of official analytical chemists**. Official methods of analysis – AOAC International. 19<sup>th</sup> ed. Maryland, USA, 2012.

BACKES, A.M.; NASCIMENTO, N.T.; MILANI, L.I.G.; REZER, A.P.S.; LUDTKE, F.L.; CAVALHEIRO, C.P.; FRIES, L.L.M. Características físico-químicas e aceitação sensorial de salame tipo italiano com adição de óleo de canola. **Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, supl. 2, p. 3709-3720, 2013.

BAER, A.A.; DILGER, A.C. Effect of fat quality on sausage processing, texture, and sensory characteristics. **Meat Science**, v.96, p.1242–1249, 2014.

BERAQUET, N.J.; BRESSAN, M.C.; LEMOS, A.L.S.C. Características de qualidade de carne de peito de frango utilizando a análise de componente principal. **Bol. SBCTA**, v. 35, p. 74-84, 2001.

BERIAIN, M.J.; CHASCO, J.; LIZASO, G. Relationship between biochemical and sensory quality characteristics of different commercial brands of salchichón. **Food Control**, v. 11, p. 231–237, 2000.

BRASIL. Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de lingüiça**. Ministério da Agricultura. Brasília, 2000.

CHOI, Y.S.; CHOI, J.H.; HAN, D.J.; KIM, H.Y.; LEE, M.A.; KIM, H.W.; JEONG, J-Y.; KIM, C-J. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. **Meat Science**, v. 82, n. 2, p. 266–271, 2009.

CHOI, Y-S.; CHOI, J-H.; HAN, D-J.; KIM, H-Y.; LEE, M-A.; KIM, H-W.; LEE, J-W.; CHUNG, H-J.; KIM, C-J. Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems. **Meat Science**, v.84, p. 212-218, 2010a.

CHOI, Y-S.; CHOI, J-H.; HAN, D-J.; KIM, H-Y.; LEE, M-A.; JEONG, J-Y.; CHUNG, H-J.; KIM, C-J. Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters. **Meat Science**, v. 84, p. 557–563, 2010b.

CHRISTOPHERSEN, O.A.; HAUG, A. Animal products, diseases and drugs: A plea for better integration between agricultural sciences, human nutrition and human pharmacology. **Lipids in Health and Disease**, v. 10, n.16, 2011.

DUTCOSKY, S.D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 3. ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 426 p.

GARCIA-GARCIA, E.; TOTOSAUS, A. Low-fat sodium-reduced sausages: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and j-carrageenan by a mixture design approach. **Meat Science**, v. 78, n. 4, p. 406–413, 2008.

GIACOPINI, M.I.; BOSCH, V. Efecto de dietas con aceites de palma, girasol o pescado sobre la susceptibilidad a la oxidación de las lipoproteínas LDL - HDL del plasma de la rata. **Anales Venezolanos de Nutrición**. v. 21, p. 20-24, 2008.

GIACOPINI, M.I.; GUERRERO, O.; MOYA, M.; BOSCH, V. Estudio comparativo del consumo de aceite de oliva virgen o seje sobre el perfil lipídico y la resistencia a la oxidación de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) del plasma de rata. **Archivos Latinoamericano de Nutrición**. v. 61, p.143-148, 2011.

HONG, G.P.; LEE, S.; MIN, S.G. Effect of substituted level of added water for fat on the quality characteristics of spreadable liver sausage. **Food Science and Biotechnology**, v. 13, n. 4, p. 397-402, 2004.

HUGHES, E.; COFRADES, S.; TROY, D. J. Effects of fat level, oat fiber and carrageenan on frankfurters formulated with 5%, 12% and 30% fat. **Meat Science**, v. 45, n. 3, p. 273–281, 1997.

LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food: principles and practices**. New York: Springer, 2010. 596 p.

LUCKE, F.K. Utilization of microbes to process and preserve meat. **Meat Science**, v. 56, p. 105-115, 2000.

MORA-GALLEGO, H.; SERRA, X.; GUÀRDIA, M.D.; ARNAU, J. Effect of reducing and replacing pork fat on the physicochemical, instrumental and sensory characteristics throughout storage time of small caliber non-acid fermented sausages with reduced sodium content. **Meat Science**, v. 97, n. 62-68, 2014.

MOZAFFARIAN, D.; WU, J.H. (n-3) fatty acids and cardiovascular health: Are effects of EPA and DHA shared or complementary? **The Journal of Nutrition**, v. 142, p. 614-625, 2012.

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.

OLIVO, R. **O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango**. Criciúma, SC, Ed. Do Autor, p. 678, 2006.

OLMEDILLA-ALONSO, B.; JIMENEZ-COLMENERO, F.; SANCHEZ-MUNIZ, F.J. Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods. **Meat Science**, v. 95, p. 919–930, 2013.

PARK, J.C.; JEONG, J.Y.; LEE, E.S.; CHOI, J.H.; CHOI, Y.S.; YU, L.H. Effects of replaced plant oils on the quality properties in low-fat hamburger patties. **Korean Journal of Food Science and Technology**, v. 37, n. 3, p. 412–417, 2005.

PIETRASIK, Z.; DUDA, Z. Effects of fat content and soy protein/carragenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. **Meat Science**, v. 56, p. 181–188, 2000.

POLYCHRONOPOULOS, E.; POUNIS, G.; BOUNTZIOUKA, V.; ZEIMBEKIS, A.; TSILIGIANNI, I.; QIRA, B.E.; GOTSIS, E.; METALLINOS, G.; LIONIS, C.; PANAGIOTAKOS, D. Dietary meat fats and burden of cardiovascular disease risk factors, in the elderly: A report from the MEDIS study. **Lipids in Health and Disease**, v. 9, n. 30, 2010.

POYATO, C.; ANSORENA, D.; BERASATEGI, I.; NAVARRO-BLASCO, I.; ASTIASARÁN, I. Optimization of a gelled emulsion intended to supply  $\omega$ -3 fatty acids into meat products by means of response surface methodology. **Meat Science**, v. 98, p. 615-621, 2014.

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

RUBIO, B.; MARTÍNEZ, B.; GARCÍA-CACHÁN, M.D.; ROVIRA, J.; JAIME, I. Effect of the packaging method and the storage time on lipid oxidation and colour stability on dry fermented sausage salchichón manufactured with raw material with a high level of mono and polyunsaturated fatty acids. **Meat Science**, v. 80, p. 1182-1187, 2008.

SEVERINI, C.; DE PILLI, T.; BAIANO, A. Partial substitution of pork backfat with extra-virgin olive oil in ‘salami’ products: effects on chemical, physical and sensorial quality. **Meat Science**, v. 64, p. 323-331, 2003.

SILVA, L.P.; LOPES, M.M.; MANO, S.; MÁRSICO, E.T.; CONTE-JÚNIOR, C.A.; TEODORO, A.J.; GUEDES, W.S. Influência da adição de polifosfato em linguiça de frango. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 15, n. 1, p. 50-55, 2008.

SIRIWARDHANA, N.; KALUPAHANA, N.S.; MOUSTAID-MOUSSA, N. Health benefits of n-3 polyunsaturated fatty acids: Eicosapentaenoic acid and docosa-hexaenoic acid. In K. Se-Kwon (Ed.), **Advances in food and nutrition research**, v. 65, p. 211-222, 2012.

SOYER, A.; ERTAS, A.H.; ÜZÜMCÜOĞLU, Ü. Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks). **Meat Science**, v. 69, p. 135-141, 2005.

TACO – **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos** / Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA. 4 ed. revisada e ampliada. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161p.

VALENCIA, I.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Nutritional and sensory properties of dry fermented sausages enriched with n-3 PUFAs. **Meat Science**, v. 72, p. 727-733, 2006.

VERMA, S.P.; SAHOO, J. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. **Meat Science**, v. 56, p. 403-413, 2000.

WU, J.H.; MICHA, R.; IMAMURA, F.; PAN, A.; BIGGS, M.L.; AJAZ, O.; DJOUSSE, L.; HU, F.B.; MOZAFFARIAN, D. Omega-3 fatty acids and incident type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. **The British Journal of Nutrition**, v. 107 (Suppl. 2), p. S214-S227, 2012.

YOO, S.S.; KOOK, S.H.; PARK, S.Y.; SHIM, J.H.; CHIN, K.B. Evaluation of curing and flavor ingredients, and different cooking methods on the product quality and flavor compounds of low-fat sausages. **Food Science and Biotechnology**, v. 14, n. 5, p. 634-638, 2005.

YOUSSEF, M.K.; BARBUT, S.; SMITH, A. Effects of pre-emulsifying fat/oil on meat bater stability, texture and microstructure. **International Journal of Food Science and Technology**, n.46, p. 1216-1224, 2011.

## **CAPÍTULO 3**

## **Perfil de ácidos graxos e estabilidade oxidativa lipídica em linguiça frescal de frango com óleo de canola**

Leandro Alves Lacerda<sup>(1)</sup>, Xisto Rodrigues de Souza<sup>(1)</sup> e Erika Cristina Rodrigues<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá Bela Vista. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. CEP 78050-560, Cuiabá-MT. E-mail: leandro.lacerda@cfs.ifmt.edu.br, xisto.souza@ifmt.edu.br, erika.rodrigues@blv.ifmt.edu.br

Resumo – Objetivou-se avaliar a modificação do perfil lipídico e a oxidação lipídica em linguiça frescal de carne de frango com adição de óleo de canola em substituição parcial à gordura animal. Foram elaboradas linguiças em 4 tratamentos (0; 2,5; 5,0% e 7,5% óleo de canola) com 4 repetições e tempo de armazenamento (0, 7, 15, 30 e 45 dias) para determinação do perfil lipídico, duas formas de apresentação (crua e cozida) para oxidação. Os ácidos graxos foram determinados por cromatografia gasosa e a oxidação lipídica pelo método de quantificação do número de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico. A concentração do ácido graxo palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) reduziu, enquanto o ácido oleico (C18:1  $\omega$ 9), linoleico (C18:2  $\omega$ 6) e linolênico (C18:3  $\omega$ 3) aumentaram conforme a gordura animal foi substituída por óleo de canola. No geral, houve redução de ácidos saturados e aumento de ácidos monoinsaturados e poli-insaturados, principalmente  $\omega$ 6 e  $\omega$ 3, resultando numa melhor relação  $\omega$ 6/ $\omega$ 3, elevada relação AGP/AGS, baixos índices aterogênico e trombogênico, onde o tratamento 7,5% apresentou melhor resultado. O número de TBARS foi crescente para os tempos 30 e 45 dias, com diferença significativa para os tratamentos 5,0% e 7,5%. Dessa forma a substituição da gordura animal por óleo de canola em linguiça frescal de frango mostrou-se como alternativa viável, pois melhorou as características do perfil lipídico. Entretanto apresentou maior propensão à oxidação lipídica.

Termos para indexação: perfil lipídico, oxidação lipídica, embutidos cárneos.

### **Fatty acids and lipid oxidative stability in sausage chicken frescal with canola oil**

Abstract – The objective was to evaluate the change in the lipid profile and lipid oxidation in frescal sausage of chicken meat with added canola oil to partially replace animal fat. Sausages were prepared in 4 treatments (0, 2.5, 5.0% and 7.5% canola oil) with 4 replications and storage time (0, 7, 15, 30 and 45 days) for determination of lipid profile, two presentations (raw and cooked) to oxidation. The fatty acids were determined by gas chromatography and lipid oxidation by the method of quantifying the number of reactive substances 2-thiobarbituric acid. The concentration of palmitic fatty acid (C16:0) and stearic (C18:0) decreased, while the oleic acid (C18:1  $\omega$ 9), linoleic (C18:2  $\omega$ 6) and



linolenic (C18:3  $\omega$ 3) increased as the fat Animal was replaced by canola oil. In general, a reduction of saturated fatty acids and an increase in monounsaturated and polyunsaturated acids, particularly  $\omega$ 6 and  $\omega$ 3, resulting in better ratio  $\omega$ 6/ $\omega$ 3, high PUFA/SFA ratio, low atherogenic and thrombogenic indices, where treatment 7.5% showed better results. The number of TBARS was increased to 30 days and 45 days, with a significant difference for the treatments 5.0% and 7.5%. Thus the replacement of animal fats with canola oil in sausage chicken frescal proved to be a viable alternative because it has improved the features of the lipid profile. However showed a higher propensity to lipid oxidation.

Index terms: lipid profile, lipid oxidation, meat sausages.

## Introdução

Linguixas são um dos mais tradicionais e populares produtos de carne do mundo, fornecendo diversos nutrientes ao consumidor, incluindo as gorduras que são de vital importância como fonte de energia, ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis (Vural et al., 2004). As gorduras em derivados cárneos desempenham papéis importantes na estabilização de emulsões à base de carne, reduzindo a perda por cozimento, melhorando a capacidade de retenção de água e fornecendo suculência e textura adequada (Carballo et al., 1995; Pietrasik & Duda, 2000; Yoo et al., 2007). No entanto, altos teores de gordura animal, fornecem grandes quantidades de ácidos graxos saturados e colesterol que estão associadas a doenças cardiovasculares (Vural & Javidipour, 2002; Serrano et al., 2007; Ozvural & Vural, 2008).

Dessa forma, uma das estratégias estudadas para o desenvolvimento de produtos derivados cárneos com benefícios nutricionais e características funcionais são as novas formulações, com alteração da fração lipídica (Muguerza et al., 2004). A manipulação da fração lipídica de embutidos cárneos permite modular o perfil lipídico através da substituição dos ácidos graxos saturados pelos monoinsaturados e poli-insaturados. A substituição de gordura animal por óleos vegetais pré-emulsionados foi demonstrado ser uma boa estratégia para alcançar os perfis lipídicos saudáveis em produtos cárneos (Berasategi et al., 2011; Ciriano et al., 2010). Os óleos vegetais, representam fontes ricas em ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados (Ribeiro, 2008).

Diversos estudos apresentaram aplicação de óleos vegetais em produtos cárneos. Dentre eles, o óleo de canola é uma alternativa viável para novas formulações da fração

lipídica em embutidos cárneos pois apresenta o menor valor de ácidos graxos saturados e elevados níveis ácidos monoinsaturados e uma das maiores fontes de ácido graxo poli-insaturado principalmente linolênico (O'Brien, 1998; Pelsler et al., 2007; Tomm, 2007). Este possui baixa relação  $\omega 6/\omega 3$ , o que faz com que seja um óleo benéfico para a saúde do consumidor (Giacopini et al., 2011).

O aumento de ácidos graxos insaturados em embutidos cárneos pode apresentar problemas para a conservação do produto, a partir de uma maior susceptibilidade à oxidação lipídica, à medida em que, esta gera produtos indesejáveis do ponto de vista sensorial, ocasionando a perda de vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais (Osawa et al., 2005).

Apesar dos óleos vegetais serem ricos em gorduras insaturadas, quando comparados com gorduras animais, são menos afetados pela oxidação lipídica por apresentar na sua composição substâncias antioxidantes naturais, sendo mais difundidos os tocoferóis (Moretto & Fett, 1998).

Objetivou-se com este estudo avaliar a modificação do perfil lipídico e a oxidação lipídica em linguiça frescal de carne de frango com adição de óleo de canola em substituição parcial à gordura animal.

## **Material e Métodos**

### **Formulação e processamento da linguiça**

A emulsão, para a inclusão do óleo de canola, foi preparada no dia anterior à fabricação do produto e foi composta por óleo de canola (50%), pele suína (20%) e gelo (30%). Homogeneizada em liquidificador, embalada em recipiente plástico envolvido por papel alumínio e armazenada em refrigeração à 4°C. Foi utilizado óleo comercial Liza (Cargill Agrícola S.A.).

Para o processamento da linguiça frescal, foram adquiridos peito, coxa e sobrecoxa de frangos, de mesma marca comercial, que foram desossadas e toucinho suíno adquiridos no comércio local. A carne foi moída em disco de 8mm, a pele de frango e o toucinho foram moídos em disco de 6mm em moedor industrial. A massa cárnea foi pesada em

balança eletrônica digital capacidade 15Kg e adicionada de todos os ingredientes da formulação conforme suas proporções. Em seguida a massa cárnea foi pesada novamente e separada em 4 tratamentos (T1= 0%; T2= 2,5%; T3= 5%; T4= 7,5%) com 4 repetições para a inclusão das porcentagens de emulsão de óleo de canola. Foi refrigerada para processo de cura por 4 horas a 8°C. Após esse período, foi realizado o embutimento da massa em tripa natural de suínos. Os tratamentos foram embalados em saco plástico (polietileno) e armazenados em temperatura de -8°C em estufa incubadora tipo B.O.D. (Demanda Bioquímica de Oxigênio) (modelo TE-371, TECNAL) para a realização das análises que compreenderam um período de 45 dias.

A quantidade e descrição dos ingredientes utilizados para o processamento da linguiça são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Formulação de linguiça frescal de carne de frango com valores para 10 Kg de produto.

<b>Substituição (%)</b>		<b>0</b>	<b>2,5</b>	<b>5,0</b>	<b>7,5</b>
<b>Ingredientes (fixos)</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Carne Peito + pele	36	900	900	900	900
Carne coxa/sobre+ pele	54	1350	1350	1350	1350
Sal	1	25	25	25	25
Sal de Cura <sup>1</sup>	0,3	7,5	7,5	7,5	7,5
Água	2	50	50	50	50
Fixador de cor <sup>2</sup>	0,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Açúcar	0,1	2,5	2,5	2,5	2,5
Condimentos <sup>3</sup>	1	25	25	25	25
Glutamato monossódico	0,1	2,5	2,5	2,5	2,5
Proteína Isolada Soja	0,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Estabilizante <sup>4</sup>	0,25	6,25	6,25	6,25	6,25
<b>Ingredientes (variáveis)</b>					
Toucinho	10	250	187,5	125	62,5
Óleo de Canola	-	-	62,5	125	187,5

Valores expressos em grama (g) para os tratamentos.

<sup>1</sup>(sal + nitrito de sódio + nitrato de sódio)

<sup>2</sup>Fixacor (eritorbato)

<sup>3</sup>Condimento linguiça frescal de frango Ibrac (sal 97% + especiarias+ aromas naturais).

<sup>4</sup>Estabilizante Ibrac (trifosfato de sódio)

## **Análise de perfil de ácidos graxos**

Para determinação dos ácidos graxos, 5 g de amostra foram submetidos à extração de lipídeos, segundo Folch et al. (1957), utilizando-se clorofórmio metanol 2:1 (v:v).

A determinação dos ácidos graxos seguiu os protocolos de Hartman & Lago (1973), procedendo-se à saponificação com solução de hidróxido de sódio em metanol 0.5M, seguida de metilação com cloreto de amônia, metanol e ácido sulfúrico. Posteriormente, os extratos foram submetidos a cromatografia gasosa, em cromatógrafo a gás modelo CG Solution marca SHIMADZU, equipado com detector de ionização em chama (FID). Para registro e análise dos cromatogramas, o aparelho é acoplado a um microcomputador, utilizando-se o programa GC Solution. Os compostos foram separados e identificados em uma coluna capilar SP-2560 100m x 0.25mm ID x 0.20µm film.

Para a separação cromatográfica, 1 µL de amostra foi injetado com auxílio de seringa de 10 µL (Hamilton®) em sistema Split = 10. O gás Nitrogênio foi utilizado como carreador com velocidade linear programada para 43.2 cm/s e os gases Hidrogênio e Ar sintético formaram a chama no detector.

As temperaturas do Injetor e do Detector foram controladas isotérmicas em 200°C e 220°C. A temperatura inicial da coluna foi de 100°C (mantida por 5 minutos), aumentando em 4°C por minuto até atingir 240°C (mantida por 30 minutos). O fluxo do gás de arraste na coluna foi de 1,0 mL/minuto. O padrão utilizado para identificação dos picos no cromatograma foi o 37- componente FAME Mix – Supelco.

A avaliação da qualidade nutricional do produto, tratando-se da fração lipídica, é determinada matematicamente através de cálculos, utilizando a concentração de alguns ácidos presentes no produto, conforme sugestão de Ulbricht & Southgate (1991).

Determinando:

- Índice aterogênico (IA) =  $\frac{[(C12:0)+4(C14:0)+(C16:0)]}{[(\omega6)+(\omega3)+(\sum AGM)]}$
- Índice trombogênico (IT) =  $\frac{[(C14:0)+(C16:0)+(C18:0)]}{[0,5(\sum AGM)+0,5(\omega6)+3(\omega3)+(\omega3/\omega6)]}$ .

## **Análise de oxidação lipídica**

As amostras foram analisadas nos intervalos de tempos 0, 7, 15, 30 e 45 dias de armazenamento. O índice de TBARS foi determinado segundo a metodologia proposta por Raharjo et al. (1992), com algumas adaptações. Cerca de 10g de amostra foram homogeneizadas em 40 mL de ácido tricloroacético (TCA) 5% e 1mL de butilhidroxitolueno (BHT) 0,15%, centrifugada por 2 minutos e o sobrenadante filtrado para balão volumétrico de 50 mL, sendo o volume completado com TCA 5%. Uma alíquota de 2mL foi, então, adicionada de 2 mL de ácido 2-tiobarbitúrico 0,08M em ácido acético 50%, incubada em banho-maria fervente por 10 minutos, foi realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 532 nm (Modelo Nova 2000).

Os valores de TBARS foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra (mg de malonaldeído/kg amostra).

## **Delineamento experimental e análise estatística**

O experimento foi dividido em:

Análise de perfil de ácidos graxos por Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com quatro níveis de substituição de gordura animal por óleo de canola (0; 2,5; 5,0 e 7,5%) com quatro repetições para cada nível de substituição considerando o efeito da forma de apresentação do produto (cru e cozido).

Análise de oxidação lipídica por experimento fatorial com quatro níveis de substituição de gordura animal por óleo de canola (0; 2,5; 5,0 e 7,5%) com quatro repetições para cada nível de substituição considerando o efeito do armazenamento em cinco diferentes tempos (0, 7, 15, 30 e 45 dias).

Os resultados foram analisados por meio de uma análise de variância (ANOVA), utilizando o programa de Assistência Estatística (SISVAR Versão 5.4/Build 80) DEX/UFLA, Daniel Furtado Ferreira - Brasil). Para comparação entre as médias foi utilizado o teste de Tukey. O nível de significância foi estabelecido para 5% ( $P < 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

### Perfil de ácidos graxos

Foram identificados 23 ácidos graxos presentes no produto. Na Tabela 2 encontram-se as porcentagens médias dos ácidos graxos identificados em linguiça frescal de carne de frango com óleo de canola em substituição parcial à gordura animal, o somatório dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados.

O ácido graxo saturado que apresentou maior concentração foi o palmítico (C16:0), geralmente associado com doenças crônicas, seguido do ácido esteárico (C18:0). Entre os monoinsaturados foram o oleico (C18:1 $\omega$ 9) e palmitoleico (C16:1). Para os poli-insaturados foram o linoleico (C18:2 $\omega$ 6) e  $\alpha$ -linolênico (18:3 $\omega$ 3). A mesma tendência foi observada tanto para o produto cru, quanto cozido. Resultados semelhantes foram relatados por Jiménez-Colmenero et al. (2013) em pesquisa com embutidos fermentados secos com óleo vegetal. Analisando linguiça frescal quanto ao perfil lipídico, Romero et al. (2013) encontraram em maior concentração esses mesmos ácidos graxos.

A quantidade de ácido palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) reduziram conforme o aumento da substituição de gordura animal por óleo de canola. O ácido oleico (C18:1 $\omega$ 9) foi maior conforme aumento da inclusão do óleo de canola. Esse resultado exerce efeito positivo, pois o ácido oleico está relacionado à redução dos níveis de colesterol plasmático LDL (Madruga et al., 2006).

O ácido linoleico (C18:2 $\omega$ 6) apresentou aumento gradativo, assim como, o ácido  $\alpha$ -linolênico (18:3 $\omega$ 3) foi crescente com a inclusão do óleo de canola. Segundo Yunes et al. (2013), o óleo de canola apresenta não só baixas quantidades de ácidos graxos saturados, mas também elevado conteúdo de ácidos graxos insaturados, podendo reduzir riscos de doenças cardiovasculares.

Resultados semelhantes ao observado neste estudo foram encontrados por Rodriguez-Carpena et al. (2012), que ao adicionar óleos vegetais de girassol, oliva e abacate em produto cárneo, verificaram que houve redução do teor de ácido palmítico e esteárico e o total de saturados, com aumento nos ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados, principalmente oleico, linoleico e linolênico.

**Tabela 2.** Valores médios em porcentagem dos ácidos graxos, somatório de saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) e poli-insaturados (AGP) em linguiça frescal crua e cozida de carne de frango com óleo de canola.

Ácidos graxos	Tipo linguiça	Óleo de canola (Trat)				p-valor
		0%	2,5%	5,0%	7,5%	
C11:0	crua	0,05 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,06 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,25
	cozida	0,06 <sup>a</sup>	0,02 <sup>b</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,01 <sup>b</sup>	<0,01
C12:0	crua	0,62 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>	0,41 <sup>b</sup>	0,45 <sup>b</sup>	<0,01
	cozida	0,63 <sup>a</sup>	0,56 <sup>ab</sup>	0,51 <sup>b</sup>	0,35 <sup>c</sup>	<0,01
C13:0	crua	0,03 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,06
	cozida	0,00	0,01 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,21
C14:0	crua	0,06 <sup>a</sup>	0,05 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>	0,05 <sup>a</sup>	0,46
	cozida	0,05 <sup>a</sup>	0,06 <sup>a</sup>	0,06 <sup>a</sup>	0,07 <sup>a</sup>	0,13
C16:0	crua	21,68 <sup>a</sup>	19,18 <sup>b</sup>	16,81 <sup>c</sup>	15,39 <sup>d</sup>	<0,01
	cozida	21,42 <sup>a</sup>	19,85 <sup>b</sup>	18,42 <sup>c</sup>	17,07 <sup>d</sup>	<0,01
C17:0	crua	0,18 <sup>a</sup>	0,16 <sup>b</sup>	0,13 <sup>c</sup>	0,12 <sup>d</sup>	<0,01
	cozida	0,18 <sup>a</sup>	0,17 <sup>ab</sup>	0,15 <sup>b</sup>	0,13 <sup>c</sup>	<0,01
C18:0	crua	6,30 <sup>a</sup>	6,20 <sup>ab</sup>	6,09 <sup>b</sup>	5,87 <sup>c</sup>	<0,01
	cozida	6,05 <sup>a</sup>	6,12 <sup>a</sup>	6,06 <sup>a</sup>	5,92 <sup>b</sup>	<0,01
C20:0	crua	0,09 <sup>a</sup>	0,15 <sup>b</sup>	0,21 <sup>c</sup>	0,25 <sup>d</sup>	<0,01
	cozida	0,10 <sup>a</sup>	0,15 <sup>b</sup>	0,18 <sup>c</sup>	0,20 <sup>d</sup>	<0,01
C22:0	crua	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,65
	cozida	0,04 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,06 <sup>a</sup>	0,08 <sup>a</sup>	0,19
ΣAGS	crua	<b>29,01<sup>a</sup></b>	<b>26,34<sup>b</sup></b>	<b>23,92<sup>c</sup></b>	<b>22,18<sup>d</sup></b>	<b>&lt;0,05</b>
	cozida	<b>28,53<sup>a</sup></b>	<b>26,97<sup>b</sup></b>	<b>25,45<sup>c</sup></b>	<b>23,84<sup>d</sup></b>	<b>&lt;0,05</b>
C14:1	crua	0,04 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,05
	cozida	0,04 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,44
C16:1	crua	3,44 <sup>a</sup>	3,07 <sup>b</sup>	2,84 <sup>bc</sup>	2,62 <sup>c</sup>	<0,01
	cozida	2,89 <sup>a</sup>	3,05 <sup>a</sup>	2,59 <sup>a</sup>	2,97 <sup>a</sup>	0,58
C17:1	crua	0,16 <sup>ab</sup>	0,16 <sup>a</sup>	0,15 <sup>ab</sup>	0,13 <sup>b</sup>	<0,05
	cozida	0,15 <sup>a</sup>	0,14 <sup>a</sup>	0,08 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0,10
C18:1	crua	45,70 <sup>c</sup>	47,40 <sup>b</sup>	48,29 <sup>ab</sup>	49,05 <sup>a</sup>	<0,01
	cozida	46,10 <sup>b</sup>	47,19 <sup>a</sup>	47,70 <sup>a</sup>	47,19 <sup>a</sup>	<0,01
C20:1n9	crua	0,43 <sup>a</sup>	0,44 <sup>a</sup>	0,51 <sup>a</sup>	0,52 <sup>a</sup>	0,14
	cozida	0,05 <sup>ab</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,31 <sup>ab</sup>	0,33 <sup>a</sup>	<0,05
C22:1	crua	0,00 <sup>c</sup>	0,04 <sup>bc</sup>	0,07 <sup>ab</sup>	0,09 <sup>a</sup>	<0,01
	cozida	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΣAGM	crua	<b>49,77<sup>c</sup></b>	<b>51,15<sup>b</sup></b>	<b>51,90<sup>ab</sup></b>	<b>52,44<sup>a</sup></b>	<b>&lt;0,05</b>
	cozida	<b>49,23<sup>a</sup></b>	<b>50,42<sup>a</sup></b>	<b>50,72<sup>a</sup></b>	<b>50,61<sup>a</sup></b>	<b>0,06</b>
C18:2n6	crua	18,69 <sup>a</sup>	19,03 <sup>a</sup>	19,98 <sup>b</sup>	20,28 <sup>b</sup>	<0,01
	cozida	18,19 <sup>b</sup>	18,62 <sup>b</sup>	18,95 <sup>b</sup>	20,44 <sup>a</sup>	<0,01
C18:2n6trans	crua	0,01 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,39
	cozida	0,16 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>	0,38
C18:3n3	crua	0,88 <sup>a</sup>	1,45 <sup>a</sup>	2,65 <sup>b</sup>	3,22 <sup>b</sup>	<0,01
	cozida	1,03 <sup>a</sup>	1,63 <sup>b</sup>	2,13 <sup>c</sup>	2,66 <sup>d</sup>	<0,01
C20:2	crua	0,30 <sup>a</sup>	0,26 <sup>b</sup>	0,21 <sup>c</sup>	0,18 <sup>d</sup>	<0,01
	cozida	0,33 <sup>a</sup>	0,30 <sup>b</sup>	0,27 <sup>b</sup>	0,22 <sup>c</sup>	<0,01
C20:3n6	crua	0,01 <sup>a</sup>	0,06 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,13
	cozida	0,02 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>	0,02 <sup>a</sup>	0,66
C20:3n3	crua	0,13 <sup>a</sup>	0,10 <sup>a</sup>	0,10 <sup>a</sup>	0,09 <sup>a</sup>	0,12
	cozida	0,13 <sup>a</sup>	0,12 <sup>a</sup>	0,12 <sup>a</sup>	0,13 <sup>a</sup>	0,19
C20:4n6	crua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	cozida	0,00 <sup>b</sup>	0,01 <sup>b</sup>	0,48 <sup>a</sup>	0,68 <sup>a</sup>	<0,01
C20:5n3	crua	0,42 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,44 <sup>a</sup>	0,41 <sup>a</sup>	0,88
	cozida	0,61 <sup>a</sup>	0,52 <sup>a</sup>	0,14 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	<0,01
ΣAGP	crua	<b>20,44<sup>c</sup></b>	<b>21,55<sup>b</sup></b>	<b>23,40<sup>a</sup></b>	<b>24,20<sup>a</sup></b>	<b>&lt;0,05</b>
	cozida	<b>20,47<sup>c</sup></b>	<b>21,22<sup>bc</sup></b>	<b>22,13<sup>b</sup></b>	<b>24,18<sup>a</sup></b>	<b>&lt;0,05</b>

p-valor – Probabilidade calculada.

<sup>abc</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula entre colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Baer & Dilger (2014), avaliando efeito da qualidade da gordura em linguiça frescal encontraram que a inclusão de óleo de milho durante o processamento também aumentou as concentrações dos ácidos graxos linoleico (C18:2n6), linolênico (C18:3n3) e araquídico (C20:0).

A determinação dos ácidos graxos presente no alimento torna-se importante à medida que estes componentes estão estritamente ligados à saúde do consumidor. Existem evidências de que a gordura proveniente da dieta pode desempenhar um papel na prevenção de várias doenças crônicas, principalmente as doenças coronarianas (Jiménez-Colmenero, 2007).

Para quantificação da qualidade nutricional de alimentos quanto a fração lipídica, são utilizados índices como quantidades de ácidos graxos  $\omega 6$ ,  $\omega 3$ , a relação entre eles, relação entre ácidos graxos poli-insaturados e saturados, índice aterogênico e índice trombogênico. Conforme apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3.** Valores percentuais das séries  $\omega 6$ ,  $\omega 3$ , relação  $\omega 6/\omega 3$ , relação AGP/AGS, índices aterogênico e trombogênico em linguiça frescal crua e cozida de carne de frango com óleo de canola.

Variáveis	Tipo linguiça	Tratamentos				p-valor
		0%	2,5%	5,0%	7,5%	
Série $\omega 6$	crua	18,71 <sup>c</sup>	19,29 <sup>bc</sup>	20,00 <sup>ab</sup>	20,30 <sup>a</sup>	<0,05
	cozida	18,37 <sup>c</sup>	18,65 <sup>bc</sup>	19,47 <sup>b</sup>	21,16 <sup>a</sup>	<0,05
Série $\omega 3$	crua	1,43 <sup>d</sup>	2,00 <sup>c</sup>	3,19 <sup>b</sup>	3,72 <sup>a</sup>	<0,01
	cozida	1,77 <sup>c</sup>	2,27 <sup>b</sup>	2,39 <sup>b</sup>	2,80 <sup>a</sup>	<0,01
Relação $\omega 6/\omega 3$	crua	13,08 <sup>d</sup>	9,64 <sup>c</sup>	6,27 <sup>b</sup>	5,46 <sup>a</sup>	<0,01
	cozida	10,38 <sup>c</sup>	8,21 <sup>b</sup>	8,15 <sup>b</sup>	7,56 <sup>a</sup>	<0,01
Relação AGP/AGS	crua	0,70 <sup>b</sup>	0,81 <sup>b</sup>	0,97 <sup>a</sup>	1,09 <sup>a</sup>	<0,05
	cozida	0,71 <sup>b</sup>	0,78 <sup>b</sup>	0,86 <sup>b</sup>	1,01 <sup>a</sup>	<0,05
Índice Aterogênico	crua	0,32 <sup>a</sup>	0,27 <sup>ab</sup>	0,23 <sup>b</sup>	0,20 <sup>b</sup>	<0,01
	cozida	0,32 <sup>a</sup>	0,28 <sup>ab</sup>	0,26 <sup>ab</sup>	0,23 <sup>b</sup>	<0,05
Índice Trombogênico	crua	0,58 <sup>a</sup>	0,55 <sup>ab</sup>	0,52 <sup>ab</sup>	0,48 <sup>b</sup>	<0,05
	cozida	0,63 <sup>a</sup>	0,59 <sup>ab</sup>	0,55 <sup>ab</sup>	0,51 <sup>b</sup>	<0,05

p-valor – Probabilidade calculada.

<sup>abc</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula entre colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os valores obtidos para série  $\omega 6$  e  $\omega 3$  foram crescentes conforme aumento da inclusão de óleo de canola. A relação  $\omega 6/\omega 3$  foi decrescente entre os tratamentos conforme ocorreu a substituição da gordura animal por óleo de canola emulsionado, com o tratamento com 7,5% de óleo de canola apresentando a menor relação, ficando próximo aos valores ideais descritos em alguns estudos, citados por Martin et al. (2006). Em estudos com



embutidos fermentados secos adicionados com óleo vegetal, Jiménez-Colmenero et al. (2013) encontraram resultados semelhantes.

Os ácidos graxos  $\omega 6$  e  $\omega 3$  são considerados essenciais e necessários nas dietas, pois não podem ser sintetizados. Estes funcionam como transportadores das vitaminas lipossolúveis (vitamina A, D, E e K) e desempenham um papel crucial na resposta imune do organismo (Webb & O’neill, 2008).

Em uma revisão bibliográfica realizada por Martin et al. (2006), os autores citam uma razão ideal  $\omega 6/\omega 3$  convergindo para 3:1 a 4:1. Segundo esses autores nessa concentração há a possibilidade de converter o  $\alpha$ -linolênico (C18:3 $\omega 3$ ) em ácido docosaenoico (C22:6 $\omega 3$ ). Como a conversão dos ácidos graxos  $\omega 3$  e  $\omega 6$  depende da mesma série de enzimas,  $\Delta 6$  dessaturase, ocorre uma competição entre as famílias  $\omega 6$  e  $\omega 3$ , onde o excesso de uma causa um decréscimo significativo na conversão da outra (Schmitz & Ecker, 2008). Os eicosanóides derivados dos ácidos graxos  $\omega 6$  são geralmente pró-inflamatórios e pró-agregatórios, enquanto os derivados de  $\omega 3$  são predominantemente anti-inflamatórios e inibidores da agregação de plaquetas (Schmitz & Ecker, 2008; Simopoulos, 1999).

A relação entre ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados – (AGP/AGS) teve maior valor conforme o aumento da inclusão do óleo de canola. Apresentando melhor resultado o tratamento com 7,5% de óleo de canola. A incorporação do óleo de canola emulsionado influenciou no aumento da relação AGP/AGS, contribuindo para a melhoria da qualidade nutricional de linguiça frescal. Resultado semelhante foi obtido por Baer & Dilger (2014), onde a relação AGP/AGS em linguiça frescal também aumentou conforme aumento da quantidade de óleo de milho nas formulações. Assim como resultados obtidos por Jiménez-Colmenero et al. (2013) em pesquisas com embutidos fermentados com óleo vegetal.

Recomendações para a razão AGP/AGS para Wood et al. (2003) devem ser superiores a 0,4, evitando excesso de ácidos graxos saturados, com efeitos negativos sobre níveis plasmáticos de colesterol do tipo LDL, bem como excesso de poli-insaturados, já que alguns produzem agentes de agregação plaquetária em níveis elevados. Moura et al. (2012), em experimentos em animais afirmam que alimentos que possuem elevada proporção

AGP/AGS demonstram efeitos benéficos sobre a glicemia e o metabolismo lipídico, promovendo a redução da gordura corporal total. Segundo Baer & Dilger (2014), a inclusão de óleo vegetal durante o processamento de linguiça frescal reduz a quantidade total de ácidos saturados e aumenta o valor total de poli-insaturados.

Quanto aos índices aterogênico e trombogênico, que são indicadores de saúde associados ao risco de desenvolvimento de aterosclerose e trombose, foi observado uma redução nos resultados desses à medida que houve aumento da inclusão do óleo de canola. O tratamento com 7,5% de óleo de canola apresentou melhores índices. Romero et al. (2013), em estudo com linguiças frescas, encontraram média de 0,67 para índice aterogênico e de 1,45 para índice trombogênico, valores esses superiores aos obtidos neste estudo.

Segundo Ulbricht & Southgate (1991), apenas três ácidos graxos são de fato hipercolesterolêmicos: ácido láurico (C12:0), ácido mirístico (C14:0) e ácido palmítico (C16:0). Dessa forma, propuseram a utilização do índice aterogênico (IA) e o índice trombogênico (IT), que são calculados pela concentração desses ácidos, relacionada com a concentração de mono e poli-insaturados. Sendo assim, quanto menor a concentração desses ácidos saturados, menor serão os índices aterogênico e trombogênico, consequentemente o alimento será melhor nutricionalmente.

Portanto, a adição do óleo de canola em linguiça frescal de carne de frango, exerceu os efeitos desejados na melhoria do perfil de ácidos graxos, influenciando nos valores do somatório dos ácidos graxos saturados e insaturados. Com a elevação do nível de substituição de gordura animal por óleo de canola o somatório de ácidos saturados reduziu, enquanto o de ácidos graxos insaturados aumentou. O tratamento com 7,5% de óleo de canola apresentou valores de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados maiores que os saturados.

### **Oxidação lipídica**

Os valores médios de TBARS variaram de 0,34 até 0,79mg malonaldeído/ kg amostra, durante o período de armazenamento de 45 dias à -8°C, conforme apresenta a Tabela 4.

**Tabela 4.** Substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), valores (mg de malonaldeído/ kg de amostra) em linguiça frescal de frango com óleo de canola.

Variáveis	Óleo de Canola (Trat)	Armazenamento (Arm) (dias)					Média	p-valor		
		0	7	15	30	45		Trat	Arm	Trat x Arm
TBARS	0%	0,73±0,13 <sup>ABa</sup>	0,53±0,11 <sup>b</sup>	0,49±0,07 <sup>Bb</sup>	0,35±0,04 <sup>Cc</sup>	0,34±0,06 <sup>Bc</sup>	<b>0,49<sup>C</sup></b>	0,0001	0,0001	0,0001
	2,5%	0,79±0,16 <sup>Aa</sup>	0,55±0,06 <sup>b</sup>	0,59±0,07 <sup>ABb</sup>	0,52±0,08 <sup>Bbc</sup>	0,43±0,06 <sup>Bc</sup>	<b>0,58<sup>B</sup></b>			
	5,0%	0,76±0,11 <sup>ABa</sup>	0,53±0,08 <sup>c</sup>	0,56±0,07 <sup>ABc</sup>	0,70±0,09 <sup>Aab</sup>	0,64±0,09 <sup>Abc</sup>	<b>0,63<sup>A</sup></b>			
	7,5%	0,68±0,09 <sup>Ba</sup>	0,53±0,07 <sup>b</sup>	0,61±0,06 <sup>Aab</sup>	0,66±0,15 <sup>Aa</sup>	0,70±0,11 <sup>Aa</sup>	<b>0,64<sup>A</sup></b>			
	<b>Média</b>	<b>0,74<sup>a</sup></b>	<b>0,54<sup>b</sup></b>	<b>0,56<sup>b</sup></b>	<b>0,56<sup>b</sup></b>	<b>0,53<sup>b</sup></b>				

Todos os valores são média ± desvio padrão.

Trat. (Tratamentos).

p-valor – Probabilidade calculada.

<sup>abc</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula entre colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância

<sup>ABC</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula entre linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O processo oxidativo foi avaliado pelos valores de TBARS a fim de determinar como ele foi afetado conforme a inclusão do óleo de canola na formulação da linguiça. Os valores de TBARS quantificam os produtos secundários da oxidação lipídica que reagem com o ácido 2-tiobarbitúrico, principalmente o malonaldeído (Eldin, 2010).

Os resultados do número de TBARS apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos para os tempos de armazenamento 0, 15, 30 e 45 dias. No tempo 0 o tratamento 2,5% teve maior valor em relação ao tratamento 7,5%. No tempo 15 foi observado maior valor para o tratamento 7,5% em relação a 0%. Os tempos 30 e 45 dias tiveram valores maiores para os tratamentos com a inclusão de 5,0% e 7,5% de óleo de canola ao produto em relação aos tratamentos com 0% e 2,5%. O que era esperado pois o óleo de canola apresenta quantidades elevadas de ácidos graxos insaturados, que são sensíveis ao processo oxidativo. A presença de ácidos graxos insaturados, colabora para o aumento da suscetibilidade à oxidação lipídica (Valencia et al., 2008).

Ao longo do período de armazenamento, o tratamento com 0%, 2,5% e 5,0% apresentaram redução nos valores de TBARS com menor valor no tempo 45 dias. No entanto, o tratamento 7,5% teve média constante sem diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre o tempo 0 e 45 dias. Essa redução dos valores de TBARS durante o período de armazenagem de alimentos foi verificada em vários estudos. O malonaldeído, produto secundário da oxidação lipídica, pode não reagir com o ácido 2-tiobarbitúrico não formando o complexo cromogênio para leitura no espectrofotômetro, devido à sua complexação com proteínas, aminas e outros compostos, atuando essa interação como interferente na quantificação do número de TBARS (Wong et al., 1995; Berset & Cuvelier, 1996; Jadhav et al., 1996).

Nesse sentido, Gokalp et al. (1983); Kuo et al. (1987), explicam que, durante o armazenamento, o malonaldeído, é ainda oxidado para outros ácidos orgânicos e álcoois que não podem reagir com o ácido 2-tiobarbitúrico.

O resultado das médias de TBARS do primeiro tempo de armazenamento é superior aos demais tempos, isso pode ser devido à ocorrência de oxidação durante o processamento. Segundo Frankel (1996), o aumento rápido dos valores de TBARS pode estar relacionado com a produção de substâncias reativas tais como os hidroperóxidos, que ocorrem nas fases iniciais de oxidação de lípidos. Qiu et al. (2013) avaliando a estabilidade

oxidativa de linguiça Cantonês verificaram um aumento constante no número de TBARS até ao final do período de maturação, 0,5 – 1,5 mg malonaldeído / kg amostra.

A oxidação lipídica de linguiça fresca com inclusão de óleo de milho aumentou durante período de estocagem de 0 a 12 semanas, de acordo com análise de TBARS (Baer & Dilger, 2014). Em estudo com produtos cárneos armazenados sob refrigeração à 4°C, Gadekar et al. (2014), constataram que os números de TBARS aumentaram com o avanço do período de armazenamento, variando de 0,15 a 1,97 mg malonaldeído / kg amostra. O mesmo foi observado por Silva et al. (2014), que estudando linguiça toscana com lactato de sódio e nisina, encontraram valores de TBARS 0,5 a 1,7 mg malonaldeído / kg de amostra, verificando aumento gradativo durante o período de armazenamento de 40 dias.

Substituindo o toucinho por óleos vegetais em formulações de linguiça, Choi et al. (2010) encontraram valores de TBARS mais elevados para todas as amostras com óleo vegetal do que as amostras controle que não continham óleo vegetal adicionado, atribuindo esse fato à alteração da fração lipídica com a inclusão do óleo, que apresenta em geral maiores quantidades de ácidos graxos insaturados.

Rubio et al. (2008), estudando embutido fermentado seco, concluíram que o tempo de armazenamento afetou significativamente a oxidação de lipídios e uma redução foi observada nos valores de TBARS no final do armazenamento. Ansorena & Astiasarán (2004), em salames contendo azeite e antioxidantes e Nassu et al. (2003), avaliando o produto salsicha de carne de cabra fermentada, encontraram resultados nos valores TBARS semelhantes ao deste estudo.

Trindade et al. (2008), relatam que é possível detectar odores de ranço com TBARS na faixa de 0,6 – 2,0 mg de malonaldeído / Kg de amostra. Para outros autores amostras que apresentaram valores de TBARS abaixo de 1,0 mg de malonaldeído / kg produto estão dentro de limites aceitáveis para detecção de ranço (Yildiz-Turp & Serdaroglu, 2008). Valores maiores que 2 mg são considerados acima do limiar de aceitabilidade de carnes, devido a alterações na oxidação (Campo et al., 2006). Nesse sentido, durante o período de armazenamento os tratamentos formulados neste estudo não apresentaram odores de ranço intenso, pois as médias estão com valores abaixo de 0,8 mg.

Produtos embutidos cárneos com substituição parcial ou total de gordura de porco por óleos vegetais exibem valores de TBARS variáveis. Estes comportamentos distintos podem ser o resultado das características do próprio alimento ou da capacidade antioxidante eficaz do sistema.

### Conclusões

1. No geral, a adição do óleo de canola, proporcionou a redução nos valores de ácidos graxos saturados e elevou as quantidades de ácidos monoinsaturados e poli-insaturados, principalmente os das séries  $\omega 6$  e  $\omega 3$ . Bem como, uma elevada relação AGP/AGS e baixos índices aterogênico e trombogênico, que são considerados parâmetros de indicativo da qualidade nutricional do produto quanto a fração lipídica.

2. Portanto, a inclusão do óleo de canola emulsionado em liguiça frescal de carne de frango substituindo a gordura animal é um meio válido para melhorar as características nutricionais através da alteração da fração lipídica do produto, reduzindo os níveis de gordura saturada e aumentando os níveis de gordura insaturada. Entretanto, apresentando maior propensão à oxidação lipídica.

### Referências

ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants. **Meat Science**, v. 67, p. 237-244, 2004.

BAER, A.A.; DILGER, A.C. Effect of fat quality on sausage processing, texture, and sensory characteristics. **Meat Science**, v. 96, p. 1242-1249, 2014.

BERASATEGI, I.; LEGARRA, S.; CIRIANO, M.G.I.; REHECHO, S.; CALVO, M. I.; CAVERO, R. Y.; NAVARRO-BLASCO, I.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. High in omega-3 fatty acids Bologna-type sausages stabilized with an aqueous-ethanol extract of *Melissa officinalis*. **Meat Science**, v. 88, n. 4, p. 705-711, 2011.

BERSET, C.; CUVELIER, M.E. **Sciences des Aliments**. v.16, p. 219, 1996.

CAMPO, M.M.; NUTE, G.R.; HUGHES, S.I.; ENSER, M.; WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I. Flavour perception of oxidation in beef. **Meat Science**, v.72, p. 303-311, 2006.

CARBALLO, J.; BARRETO, G. JIMENEZ-COLMENERO, F. Starch and egg white influence on properties of bologna sausage as related to fat content. **Journal of Food Science**, v. 60, p. 673-677, 1995.

CHOI, Y-S.; CHOI, J-H.; HAN, D-J.; KIM, H-Y.; LEE, M-A.; JEONG, J-Y.; CHUNG, H-J.; KIM, C-J. Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters. **Meat Science**, v. 84, p. 557-563, 2010.

CIRIANO, M.G.I.; REHECHO, S.; CALVO, M.; CAVERO, R.; NAVARRO, I.; ASTIASARÁN, I.; ANSORENA, D. Effect of lyophilized water extracts of *Melissa officinalis* on the stability of algae and linseed oil-in-water emulsion to be used as a functional ingredient in meat products. **Meat Science**, v. 85, n. 2, p. 373-377, 2010.

ELDIN, A.K. Methods to determine the extend of lipid oxidation in foods. In: DECKER, E.A.; ELIAS, R.J.; McCLEMENTES, D.J. **Oxidation in foods and beverages and antioxidante applications: understanding mechanisms of oxidation and antioxidante activity**. UK: WP Limited, v. 1, cap. 8, p. 181-185, 2010.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 226, p. 497, 1957.

FRANKEL, E. N. Lipid oxidation. Dundee, Scotland: **The Oily Press**. 1996.

GADEKAR, Y.P.; SHARMA, B.D.; SHINDE, A.K.; VERMA, A.K.; MENDIRATTA, S.K. Effect of natural antioxidants on the quality of cured, restructured goat meat product during refrigerated storage ( $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ). **Small Ruminant Research**, v. 119, p. 72-80, 2014.

GIACOPINI, M.I.; GUERRERO, O.; MOYA, M.; BOSCH, V. Estudio comparativo del consumo de aceite de oliva virgen o seje sobre el perfil lipídico y la resistencia a la oxidación de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) del plasma de rata. **Arch Latinoamer Nutr**. v. 61, p.143-148, 2011.

GOKALP, H.T.; OCKERMAN, H.W.; PLIMPTON, P.F.; HARPER, W.J. Fatty acids of neutral and phospholipids, rancidity scores and TBA values as influenced by packaging and storage. **Journal of Food Science**, v. 48, p. 829-834, 1983.

HARTMAN, L., LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Laboratory Practice**, London, v. 22, p. 475-476, 1973.

JADHAV, S.J.; NIMBALKAR, S.S.; KULKARNI, A.D.; MADHAVI, D.L.; RAJALAKSHMI, D.; NARASIMHAN, S.; **In Food Antioxidants: Technological, Toxicological, and Health Perspectives**; Madhavi D. L., Deshpande S. S., Salunkhe D. K., Ed.; Marcel Dekker Inc.; New York 1996; p. 5.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats non-meats fats. **Trend in Food Science & Technology**, v. 18, n. 1, p. 567-578, 2007.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; TRIKI, M.; HERRERO, A.M.; RODRÍGUEZ-SALAS, L.; RUIZ-CAPILLAS, C. Healthy oil combination stabilized in a konjac matrix as pork fat replacement in low-fat, PUFA-enriched, dry fermented sausages. **LWT - Food Science and Technology**, v. 51, p. 158-163, 2013.

KUO, J.C.; DRESEL, J.; HUANG, C.J.; OCKERMAN, H.W. Effect of phosphate type, packaging method and storage time on characteristics of Chinese sausage. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 11, n. 4, p. 325-338, 1987.

MADRUGA, M.S.; ARAUJO, W.O.; SOUSA, W.H.; CEZAR, M.F.; GALVÃO, M.S.; CUNHA, M.G.G. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição centesimal e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1838-1844, 2006.

MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R.; VISENTAINER, J.E.L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N.E. VISENTAINER, J.V. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.

MOURA, F.A.; LAMERO, M.G.S.; TAVARES, R.A.; DIAS, A.R.G.; HELBIG, E.; BUCHWEITZ, M.R.D. Consumo de ácidos graxos mono e poli-insaturados e suplementação com niacina, piridoxina sobre o perfil lipídico de ratos wistar adultos. **Alim. Nutr.**, v. 23, n. 1, p. 65-72, 2012.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São paulo: Varela, 1998. 150p.

MUGUERZA, E.; GIMENO, O.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. New formulations for healthier dry fermented sausages: a review. **Trend in Food Science and Technology**, v.4, n.1, p. 452-457, 2004.

NASSU, R. T.; GUARALDO-GONÇALVES, L. A.; SILVA, M.A.A.P.; BECERRA, F.J. Oxidative stability of fermented goat meat sausage with diferente levels of natural antioxidant. **Meat Science**, v. 63, p. 43-49, 2003.

O'BRIEN, R.D. **Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications**. Technomic Publishing Company: Lancaster, 1998. 592p.

OSAWA, C.C.; FELICIO, P.E.; GONÇALVES, L.A.G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 655-663, 2005.



OZVURAL, E.B.; VURAL, H. Utilization of interesterified oil blends in the production of frankfurters. **Meat Science**, v. 78, n.3, p. 211-216, 2008.

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, n. 1, p. 1-11, 2007.

PIETRASIK, Z.; DUDA, Z. Effects of fat content and soy protein/carragenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. **Meat Science**, v. 56, p. 181–188, 2000.

QIU, C.; ZHAO, M.; SUN, W.; ZHOU, F.; CUI, C. Changes in lipid composition, fatty acid profile and lipid oxidative stability during Cantonese sausage processing. **Meat Science**, v.93, p. 525-532, 2013.

RAHARJO, S.; SOFOS, J.N.; SCHMIDT, G.R. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.40, n. 11, p. 2182-2185, 1992.

RIBEIRO, P.A.P. et al. Efeito do uso de óleo na dieta sobre a lipogênese e o perfil lipídico de tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1331-1337, 2008.

RODRÍGUEZ-CARPENA, J.G.; MORCUENDE, D.; ESTÉVEZ, M. Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits. **Meat Science**, v. 90, p. 106-115, 2012.

ROMERO, M.C.; ROMERO, A.M.; DOVAL, M.M.; JUDIS, M.A. Nutritional value and fatty acid composition of some traditional argentinean meat sausages. **Food Science Technology**, v. 33, n. 1, p. 161-166, 2013.

RUBIO, B.; MARTÍNEZ, B.; GARCÍA-CACHÁN, M.D.; ROVIRA, J.; JAIME, I. Effect of the packaging method and the storage time on lipid oxidation and colour stability on dry fermented sausage salchichón manufactured with raw material with a high level of mono and polyunsaturated fatty acids. **Meat Science**, v. 80, p. 1182-1187, 2008.

SCHMITZ, G.; ECKER, J. The opposing effects of n-3 and n-6 fatty acids. **Prog. Lipid Res.**, v. 47, n. 2, p. 147-55, 2008.

SERRANO, A.; LIBRELOTTO, J.; COFRADES, S.; SANCHEZ-MUNIZ, F.J.; JIMENEZ-COLMENERO, F. Composition and physicochemical characteristics of restructured beef steaks containing walnuts as affected by cooking method. **Meat Science**, v. 77, n. 3, p. 304-313, 2007.

SILVA, R.X.A.; JOSE, K.F.C.; FRANCO, R.M.; SILVA, T.J.P. Lactato de sódio, nisina e sua combinação na validade comercial de linguiça toscana embalada a vácuo e estocada à 4°C. **Ciência Rural**, v.44, n.4, p. 746-751, 2014.

SIMOPOULOS, A.P. Essential fatty acids in health and chronic disease. **Am J Clin Nutr**, v. 70, n. 3, p. 560S–9S, 1999.

TOMM, G.O. Canola: planta que traz muitos benefícios à saúde humana e cresce no Brasil e no mundo. **A Lavoura**, p. 46-47, 2007.

TRINDADE, M.A.; NUNES, T.P.; CONTRERAS-CASTILLIO, C.J.; FELICIO, P.E. Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidantes durante período de armazenamento a -18°C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.1, p. 160-168, 2008.

ULBRICHT, T.L.V.; SOUTHGATE, D.A.T. Coronary heart disease: Seven dietary factors. **Lancet**, v.338, p.985-992, 1991.

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, n.1, p. 1046-1054, 2008.

VURAL, H.; JAVIDIPOUR, I. Replacement of beef fat in frankfurters by interesterified palm, cottonseed, and olive oils. **European Food Research and Technology**, v. 214, p. 465-468, 2002.

VURAL, H.; JAVIDIPOUR, I.; OZBAS, O.O. Effects of interesterified vegetable oils and sugarbeet fiber on the quality of frankfurters. **Meat Science**, v. 67, p. 65-72, 2004.

WEBB, E.C.; O'NEILL, H.A. The animal fat paradox and meat quality: a review. **Meat Science**, v. 80, p. 28-36, 2008.

WONG, J.W.; HASHIMOTO, K.; SHIBAMOTO, T.; **J. Agric. Food Chem.** v.43, p. 2707, 1995.

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R.; FISHER, A.V.; CAMPO, M.M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v. 66, n.1, p. 21-32, 2003.

YILDIZ-TURP, G.; SERDAROGLU, M. Effect of replacing beef fat with hazelnut oil on quality characteristics of sucuk – A Turkish fermented sausage. **Meat Science**, v.78, n.4, p. 447-454, 2008.

YOO, S.S.; KOOK, S.H.; PARK, S.Y.; SHIM, J.H.; CHIN, K.B. Physico-chemical characteristics, textural properties and volatile compounds in comminuted sausages as affected by various fat levels and fat replacers. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 42, p. 1114-1122, 2007.

YUNES, J.F.F.; TERRA, N.N.; CAVALHEIRO, C.P.; FRIES, L.L.M.; GODOY, H.T.; BALLUS, C.A. Perfil de ácidos graxos e teor de colesterol de mortadela elaborada com óleos vegetais. **Ciência Rural**, v. 43, n. 5 p.924-929, 2013.