

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS
MISSÕES - CAMPUS ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

ANDRESA CARLA FEIHRMANN

**LINGUIÇA MISTA FRESCAL DE BAIXO TEOR DE GORDURA ELABORADA
COM CARNE DE OVELHAS DE DESCARTE ALIMENTADAS COM LINHAÇA**

ERECHIM

2013

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS
MISSÕES - CAMPUS ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

ANDRESA CARLA FEHRMANN

**LINGUIÇA MISTA FRESCAL DE BAIXO TEOR DE GORDURA ELABORADA
COM CARNE DE OVELHAS DE DESCARTE ALIMENTADAS COM LINHAÇA**

Tese apresentada como requisito para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia de Alimentos, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI).

Orientadores: Dra. Eunice Valduga

Dr. Rogério L. Cansian

Dr. Francisco de A. F. Macedo

ERECHIM

2013

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Eunice Valduga
Orientadora (URI)

Prof. Rogério Luis Cansian
Orientador (URI)

Prof. Francisco de Assis Fonseca de Macedo
Orientador (UEM)

Prof. Carlos Prentice Hernández
(FURG)

Prof^a. Rosa Cristina Prestes
(UFSM)

Prof^a. Alice Teresa Valduga
(URI)

Prof^a. Geciane Toniazzo
(URI)

ERECHIM, 2013.

“Só sei que nada sei” (Sócrates)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer meu esposo Lúcio pelo incentivo e ao meu filho Rafael pelo amor verdadeiro.

Também aos meus pais Carlos e Marli e ao meu irmão André e minha cunhada Sônia pela ajuda durante o tempo que passei em Erechim.

Aos meus orientadores Eunice Valduga, Rogério Cansian e Francisco de Assis Fonseca de Macedo pela ajuda e conhecimento a mim transmitidos.

Aos professores do curso de pós-graduação em Engenharia de Alimentos da URI-Erechim.

A UEM pela possibilidade do afastamento das minhas atividades de ensino durante esse período de 3 anos para a realização deste trabalho inter-institucional.

A professora Lisiane dos Santos do curso de Química da UFS/Aracaju pela ajuda na condução das análises de ácidos graxos.

Ao Alexander, Prof. Cláudio Dariva e Prof. Elton Francheschi do Instituto de Tecnologia e Pesquisa (ITP) da UNIT/Aracaju pela ajuda na condução das análises de DSC.

Ao Prof. Gabriel Francisco da Silva do curso de Engenharia Química da UFS/Aracaju pela disposição do Laboratório de Análises Térmicas para a realização das análises de TG.

A todos os outros que de alguma forma colaboraram na realização deste trabalho.

Resumo da Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia de Alimentos.

LINGUIÇA MISTA FRESCAL DE BAIXO TEOR DE GORDURA ELABORADA COM CARNE DE OVELHAS DE DESCARTE ALIMENTADAS COM LINHAÇA

Andresa Carla Feihrmann

2013

Orientadores: Eunice Valduga

Rogério L. Cansian

Francisco de A. F. de Macedo

A inclusão de linhaça na alimentação de ovinos, pode se tornar fator de apelo nutricional, por agregar a carne de ovelhas um perfil mais rico em ácidos graxos poli-insaturados. Neste trabalho foram desenvolvidas diferentes formulações de linguiça mista frescal utilizando diferentes proporções de carne de ovelha de descarte (100% carne de ovelha; 90% carne de ovelha, 10% carne suína; 80% carne de ovelha, 20% carne suína; 70% carne ovelha, 30% carne suína) e três diferentes períodos de alimentação com linhaça (30, 45 e 60 dias). Os resultados indicaram que o período de alimentação com linhaça antes do abate, a proporção de carne de ovelha e o período de armazenamento dos produtos podem afetar significativamente a qualidade dos produtos desenvolvidos. Os valores de proteína e lipídios de todas as formulações desenvolvidas estão de acordo com a legislação brasileira em vigor para linguiça mista frescal do Ministério da Agricultura. Os dias de armazenamento proporcionaram aumento do pH e diminuição da a_w das amostras. Em relação aos teores de TBARS ocorreu aumento conforme os dias de armazenamento, porém os valores foram menores que 1,2 mg malonaldeído/Kg no 21º dia. Os principais ácidos graxos presentes nas amostras foram o oléico (C18:1), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0). O teor do ácido graxo monoinsaturado oléico aumentou conforme maior o período de alimentação dos animais com linhaça. Os ácidos graxos poli-insaturados linolênico e CLA (ácido linoléico conjugado) obtiveram aumento em seus

valores conforme maior o período de alimentação dos animais. Através das análises térmicas de TG e DSC é possível concluir que maiores teores de ácidos poli-insaturados levam á menores temperaturas de estabilidade e fusão da gordura extraída das linguiças. A fabricação de linguiça mista frescal com adição de 80 % de carne de ovelhas de descarte independente do período de alimentação com linhaça (30, 45 ou 60 dias) é viável como alternativa para a comercialização desta matéria-prima, que é de difícil comercialização junto à cadeia da carne.

Palavras-chave: embutido, ovinos, CLA.

Abstract of Thesis presented to Food Engineering Program as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor in Food Engineering.

FRESH SAUSAGE OF LOW-FAT WITH MEAT OLD SHEEP FED WITH LINSEED

Andresa Carla Feihrmann

2013

Supervisors: Eunice Valduga

Rogério L. Cansian

Francisco de A. F. de Macedo

The inclusion of linseed in the diet of sheep can become nutritional factor appeal, by adding the meat of sheep a profile richer in polyunsaturated fatty acids. In this work were developed different formulations of fresh sausage using different proportions of meat of old sheep (100% sheep meat; 90% sheep meat and 10% pork; 80% sheep meat and 20% pork; 70% sheep meat and 30% pork) and three different periods of feeding linseed (30, 45 and 60 days). The results indicated that the feeding period with linseed before slaughter, the proportion of old sheep meat and shelf life of products can significantly affect the quality of the products developed. The values of protein and lipids of all formulations are according to the Brazilian legislation for sausage fresh mixed the Ministry of Agriculture. There are increased pH and aw values during storage. The levels of TBARS were increased as the days of storage, but the values were lower than 1.2 mg malonaldehyde / kg on day 21. The principal fatty acids present in the samples were oleic (C18: 1), palmitic (C16: 0) and stearic (C18: 0). The content of monounsaturated fatty acid oleic acid increased with the period of greatest feed linseed. Linolenic polyunsaturated fatty acids and CLA had increase in their values as the period of greatest feed. Through thermal analysis TG and DSC is possible to conclude that higher levels of polyunsaturated fatty acids will lead lower temperatures to fusion and stability of

the extracted fat sausages. The fresh sausage manufacturing with addition of 80 % meat of old sheep independent of the feeding period with linseed (30, 45 or 60 days) is alternatively feasible to market this raw material, which is difficult with marketing the meat chain.

Key words: sausage, lamb, CLA.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. Características da Carne Ovina	4
3.1.1. Perfil de ácidos graxos da carne ovina	4
3.1.2. Embutidos cárneos a base de carne ovina	8
3.2. Características da Linhaça	9
3.3. Aspectos da Elaboração de Linguiças	10
3.4. Fatores que Afetam a Qualidade da Carne e/ou de Embutidos	11
3.4.1. Oxidação lipídica	11
3.4.2. Alterações na cor e textura	13
3.5. Técnicas para avaliação da estabilidade oxidativa	14
3.5.1. Análise das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)	14
3.5.2. Análises Térmicas em Alimentos	15
3.6. Considerações a Respeito do Estado da Arte	20
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1. Local, Instalações e Animais	22
4.1.1. Abate das ovelhas	23
4.2. Características da Matéria-Prima	24

4.3. Elaboração das Formulações.....	25
4.3.1. Planejamento dos experimentos.....	26
4.3.2. Processamento das linguiças mistas.....	28
4.4 Determinações Físico-Químicas	30
4.4.1 - TBARS - Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico.....	30
4.4.2 pH.....	31
4.4.3 Atividade de água (A_w).....	31
4.4.4 Umidade	31
4.4.5 Cinzas.....	31
4.4.6 Proteína	31
4.4.7 Frações dos Ácidos Graxos.....	32
4.4.8 Cor.....	33
4.4.9 Perfil de Textura (TPA).....	33
4.4.10 Análise térmica de TG (Termogravimetria) e DSC (Calorimetria Exploratória Diferencial).....	34
4.5 Avaliação Sensorial.....	35
4.6. Análise Estatística.....	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
5.1. Caracterização das Formulações de Linguiça	37
5.1.1 Composição Centesimal.....	37
5.1.2 pH.....	38
5.1.3 a_w	44
5.1.4 TBARS.....	45
5.2 Determinação dos parâmetros de cor L^* , a^* , b^* e cromaticidade.....	53
5.3 Perfil de Textura: Dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade	62
5.4 Perfil de ácidos graxos.....	68

5.4.1 Ácidos graxos saturados.....	70
5.4.2 Ácidos graxos monoinsaturados.....	71
5.4.3 Ácidos graxos poli-insaturados.....	71
5.5 Análises térmicas.....	73
5.5.1 Termogravimetria.....	73
5.5.2 DSC.....	76
5.6. Avaliação Sensorial.....	79
6. CONCLUSÕES.....	81
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
8. REFERÊNCIAS.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas dos ingredientes da ração na alimentação das ovelhas.	24
Tabela 2. Características físico-químicas da carne de ovelhas de descarte. ..	24
Tabela 3. Perfil de ácidos graxos da carne de ovelhas de descarte (%).	25
Tabela 4. Níveis utilizados no Delineamento Experimental 2 ²	26
Tabela 5. Proporções de carne de ovelha de descarte e suína utilizadas nas formulações da linguiça mista frescal.	7
Tabela 6. Condições de análise para o teste de perfil textura.	34
Tabela 7. Composição centesimal apresentada pelas formulações de linguiça mista frescal no dia de fabricação.	37
Tabela 8. Valores de pH da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.	39
Tabela 9. Coeficientes para a resposta pH (18º dia) da linguiça mista frescal.	41
Tabela 10. Análise de Variância (ANOVA) para a resposta pH (18º dia) da linguiça mista frescal.	42
Tabela 11. Valores de a _w da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.	44
Tabela 12. Valores de TBARS (mg malonaldeído/kg) da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.	46
Tabela 13. Coeficientes para a resposta TBARS (zero dia) da linguiça mista frescal.	47

Tabela 14. Análise de Variância (ANOVA) para a resposta TBARS (zero dia) da linguiça mista frescal.	48
Tabela 15. Coeficientes para a resposta TBARS (9° dia) da linguiça mista frescal.....	49
Tabela 16. Análise de Variância (ANOVA) para a resposta TBARS (9° dia) da linguiça mista frescal.	50
Tabela 17. Coeficientes para a resposta TBARS (18° dia) da linguiça mista frescal.....	51
Tabela 18. Análise de Variância (ANOVA) para a resposta TBARS (18° dia) da linguiça mista frescal.	52
Tabela 19. Valores de L* da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.....	53
Tabela 20. Valores de a* da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.....	56
Tabela 21. Valores de b* da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.....	58
Tabela 22. Valores de cromaticidade da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.	59
Tabela 23. Valores de Dureza da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.	62
Tabela 24. Valores de Elasticidade da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.	64
Tabela 25. Valores de Coesividade da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.	65

Tabela 26. Valores de Gomosidade da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.	66
Tabela 27. Valores de Mastigabilidade da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.	67
Tabela 28. Perfil de ácidos graxos (%) das formulações de linguiça de carne de ovelhas de descarte.	69
Tabela 29. Temperaturas de estabilidade e de decomposição das amostras de gordura através de TG.	74
Tabela 30. Valores obtidos de $T_{inicial}$ e T_{pico} dos picos de fusão das amostras de gordura através de DSC.....	78
Tabela 31. Análise sensorial (Teste de ordenação) da linguiça mista frescal..	80

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Reação envolvendo o ácido 2-tiobarbitúrico com o malonaldeído produzindo um composto de cor vermelha (OSAWA, et al., 2005).	15
Figura 2. Gráfico de TG (vermelho) e sua derivada DTG (azul).	17
Figura 3. Aspecto visual do equipamento de TG (TG-DTG 60H- SHIMADZU)17	
Figura 4. Esquema de uma célula DSC com fluxo de calor.	19
Figura 5. Aspecto visual do equipamento DSC (TA Instruments, Modelo Q20).	20
Figura 6. Aspecto dos cadinhos utilizado no DSC (grafite, ZrO_2 , Al_2O_3 , Pt + Al_2O_3 inside layer Pt, Au).	20
Figura 7. (a) Carcaças resfriadas (b) perna das ovelhas.	23
Figura 8. Fluxograma de processamento das formulações de linguiça mista frescal.	28
Figura 9. Linguiça embutida elaborada com 100, 90, 80 e 70 % de carne ovina.	29
Figura 10. Modelo de Ficha para o Teste de Ordenação.	35
Figura 11. Gráfico de pareto com os efeitos estimados (valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento fatorial 2^2 para o pH das formulações no 15º dia de armazenamento.	41
Figura 12. Curva de contorno para o pH das formulações no 18º dia de armazenamento em função das variáveis período (dias) de alimentação com linhaça e proporção de carne de ovelha.	43

Figura 13. Curva de contorno considerando a variável de saída TBARS (zero dia) em função das variáveis alimentação (dias) e % carne de ovelha.	49
Figura 14. Curvas de contorno considerando a variável de saída TBARS (9° dia) em função das variáveis período de alimentação (dias) e proporção de carne de ovelha (%).	51
Figura 15. Curva de contorno para o teor de TBARS no 18° dia de armazenamento em função das variáveis período de alimentação (dias) e proporção de carne de ovelha (%).	52
Figura 16. Gráfico de pareto considerando a variável de saída L* (zero dia) em função das variáveis período de alimentação (dias) e proporção de carne de ovelha (%).	55
Figura 17. Gráfico de pareto considerando a variável de saída L* (15° dia) em função das variáveis alimentação (dias) e % ovelha.	56
Figura 18. Gráficos de pareto (a,b,c,d,e, respectivamente 0°, 5°, 10°, 15° e 20° dias de armazenamento) considerando a variável de saída cromaticidade em função das variáveis alimentação (dias) e % carne de ovelha.	60
Figura 19. Curvas termogravimétricas dos ácidos graxos de amostras de linguiça com 100, 90, 80 e 70 % de carne de ovelha alimentadas por 30 dias com ração contendo linhaça.	75
Figura 20. Curvas termogravimétricas dos ácidos graxos de amostras de linguiça com 100, 90, 80 e 70 % de carne de ovelha alimentadas por 60 dias com ração contendo linhaça.	76
Figura 21. Curvas DSC em atmosfera de nitrogênio das amostras de gordura extraídas das formulações de linguiças com carne de ovelha alimentadas por 30 dias com ração contendo linhaça.	77

Figura 22. Curvas DSC em atmosfera de nitrogênio das formulações de linguiças com carne de ovelha alimentadas por 60 dias com ração contendo linhaça..... 77

1. INTRODUÇÃO

A ovinocultura brasileira vem crescendo nos últimos anos, devido ao aumento no consumo da carne nos grandes centros urbanos (HASHIMOTO et al., 2012).

No rebanho geral, ovelhas com idade avançada diminuem sua eficiência reprodutiva, recomendando-se seu descarte. Na maioria das criações de ovinos a reposição do rebanho materno é de 20 % ao ano. No Brasil, são abatidas por ano 3,6 milhões de ovelhas. A carne desses animais é caracterizada como um produto com odor e sabor forte, sendo rejeitada pela maioria dos consumidores. Devido aos fatores mencionados, carnes de ovelha de descarte alcançam baixo preço de comercialização, o que gera prejuízo aos produtores (ROCHA et al., 2007).

Uma alternativa para esta matéria-prima é a utilização no processamento, podendo ser aproveitada de várias maneiras na forma de embutidos, cozidos, defumados e/ou fermentados, como salames, salsichas e hambúrguer, a fim de melhorar a qualidade nutricional destes produtos, facilitar a aceitação no mercado, pois a maioria dos consumidores, por questões culturais, possui uma restrição quanto à aceitação da carne de animais velhos (BATISTA, 1999; ZAPATA, 1994).

A carne ovina, assim como a dos ruminantes em geral, é rica em ácidos graxos saturados e monoinsaturados, com pequenas quantidades de poli-insaturados (SINCLAIR et al., 1982). Vários fatores podem afetar a composição dos ácidos graxos, destacam-se a composição da dieta, raça e sistema de manejo (ENSER et al., 1998; MONTEIRO, 1998; SÃNUDO et al., 2000; WOOD et al., 2004; DEMIREL et al., 2006).

Bas e Sauvart (2001) demonstraram que ruminantes alimentados com linhaça, apresentam maior proporção de ácido linolênico no músculo do que animais alimentados com outras dietas. WACHIRA et al. (2002) compararam os efeitos da fonte de gordura na dieta sobre o conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados em carne ovina. Eles mostraram um aumento no conteúdo de ácido linolênico em cordeiros alimentados com linhaça, em relação à cordeiros alimentados com dieta controle sem a adição de linhaça.

Neste contexto, a suplementação da alimentação de ovinos com linhaça, poderá se tornar fator de apelo nutricional, por agregar a carne de ovelhas um perfil mais rico em ácidos graxos poli-insaturados. Além disso, a elaboração de embutido – linguiça frescal com carne de ovelhas de descarte pode ser uma alternativa para um melhor aproveitamento da mesma, auxiliando na melhoria do sabor e agregando valor a esta matéria-prima, que é de difícil comercialização junto à cadeia da carne.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Desenvolver e avaliar físico-químico e sensorialmente linguiça mista utilizando carne de ovelha de descarte, alimentadas com grãos de linhaça com o intuito de alterar o perfil de ácidos graxos do produto.

2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar cinzas, umidade, proteína, lipídios, pH, a_w e avaliar as alterações de cor e textura das amostras de linguiça mista armazenadas em refrigeração.
- Avaliar a oxidação lipídica (TBARS e composição de ácidos graxos) durante o armazenamento das amostras de linguiça mista.
- Avaliar o comportamento da gordura das linguiças através de análise térmica de TG (Termogravimetria) e DSC (Calorimetria Exploratória Diferencial).
- Avaliar sensorialmente as amostras de linguiça mista.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste item será apresentada uma revisão bibliográfica sobre aspectos gerais da carne ovina, linhaça, caracterização de linguiça, uma abordagem sobre fatores que afetam a qualidade da carne e/ou de embutidos e aspectos sobre análises térmicas. Além disso, serão abordados também fatores que influenciam na qualidade de produtos cárneos (oxidação lipídica, alterações de cor e textura).

3.1. Características da Carne Ovina

De acordo com Prata (1999), a composição centesimal da carne ovina apresenta valores médios de 75 % de umidade, 19 % de proteína, 4 % de gordura e 1,1 % de matéria mineral, quando análises são realizadas no músculo *longissimus dorsi*. No entanto, estes valores podem oscilar com o estado de acabamento do animal e amostra utilizada, resultando em diminuição das porcentagens de proteínas e água e elevação do teor de gordura na carne. Santos-Cruz et al. (2008), trabalhando com a porção comestível de cortes da carcaça, encontraram para a perna de cordeiros Santa Inês, não castrados, aos 35 kg de peso vivo, valores de 58,15 g/100g de umidade, 22,50 g/100g de proteína bruta, 2,22 g/100g de minerais, 16,45 g/100g de gordura total e 4,5 Kcal/kg de energia.

Souza (2001), avaliou a carne de cordeiros provenientes de cruzamentos entre as raças Santa Inês e Bergamacia, com pesos de abate de 15, 25, 34 e 45 kg, encontrou valores de umidade variando entre 76,21 % a 73,85 % de lipídios entre 1,55 % a 3,59 % e de proteínas entre 20,57 % e 20,99 %, tendo, os animais de 25 kg, apresentado maiores valores médios (21,51 %).

3.1.1. Perfil de ácidos graxos da carne ovina

A carne contém uma ampla variedade de lipídios. Alguns deles têm papel importante no metabolismo, especialmente, os ácidos graxos essenciais, o colesterol, os fosfolipídios e as vitaminas lipossolúveis. A gordura e o glicerol

esterificado com ácido graxo constituem, predominantemente, a fração dos lipídios, compreendendo mais de 95 % do conteúdo lipídico total do organismo (PRICE e SCHWEIGERT, 1994).

Os ácidos graxos são compostos integrantes de quase todos os lipídios, sendo ácidos carboxílicos formados por cadeias de átomos de carbono ligados a átomos de hidrogênio. Os mais comuns nos alimentos são formados por um número par de átomos de carbono, variando de 12 a 22 carbonos, apesar de que, ácidos graxos mais curtos, mais longos ou com um número ímpar de carbonos têm sido identificados em alimentos preparados (SALEM, 1999).

Quanto à extensão da cadeia, os ácidos graxos classificam-se em ácidos de cadeia curta com 4 a 8 átomos de carbono (gordura de leite); cadeia média, de 8 a 12 carbonos (óleo de coco e de palma) e os de cadeia longa, mais de 12 átomos de carbono (muitos tipos de gorduras de origem animal). A presença ou não de duplas ligações na cadeia determina o grau de saturação do ácido graxo (OLIVEIRA et al., 1992).

Os ácidos graxos saturados não possuem nenhuma dupla ligação entre os átomos de carbono, os insaturados são classificados quando possuem uma ou mais duplas ligações dentro da cadeia, os monoinsaturados (AGMI) são aqueles onde se encontra apenas uma dupla ligação e os poli-insaturados (AGP) contêm duas ou mais duplas ligações, conforme explicam Mahan e Arlin (1994); Katch e Mcardle (1996); Oliveira e Marchini (1998).

Devido à presença de duplas ligações, os ácidos graxos insaturados possuem ponto de fusão mais baixo que os saturados de mesmo número de átomos de carbono. Os ácidos graxos poli-insaturados existem em menores quantidades nos alimentos, sendo boas fontes do mesmo: óleos vegetais, amêndoas, peixe, frango e legumes (OLIVEIRA et al., 1992).

A carne de ovinos é considerada rica em ácidos graxos saturados, pois os micro-organismos do rúmen hidrogenam extensivamente os ácidos graxos insaturados da dieta. Os ácidos graxos mais encontrados nesta espécie são o mirístico (2,04 a 3,65 %), o palmítico (20,88 a 24,22 %) e o esteárico (11,89 a 15,09 %); os monoinsaturados são o palmitoléico (2,23 a 2,54 %) e o oléico (31,74 a 45,23 %); e os poli-insaturados são o linoléico (4,73 a 10,39 %), o linolênico (0,43 a 2,84 %) e o araquidônico (1,14 a 6,79 %) (PEREZ et al., 2002).

O perfil dos ácidos graxos da carne dos animais domésticos pode ser modificado. Nos ruminantes, parte dos ácidos graxos insaturados são biohidrogenados no rúmen antes de serem absorvidos (DEMEYER e DOREAU, 1999).

No rúmen dos ovinos ocorre a hidrogenação de grande proporção dos ácidos graxos insaturados da dieta, ocorrendo maior disponibilidade de ácidos graxos saturados para absorção e deposição no tecido muscular (SINCLAIR et al., 1982). Contudo, quando alimentados com dietas ricas em grãos, os pequenos ruminantes acumulam grandes percentagens de ácidos graxos de cadeia longa na gordura da carne (YOUNG et al., 2003).

Os ácidos graxos poli-insaturados são depositados preferencialmente nos fosfolípidios, os quais apresentam características que influenciam no desenvolvimento do sabor da carne, através da oxidação durante o processamento e cozimento, atribuindo sabores desejáveis quando em quantidades adequadas, e indesejáveis se presentes em grandes concentrações (MONTE et al., 2007).

Os ácidos graxos linoléico e α -linolênico são considerados essenciais para os mamíferos, pois são precursores necessários para a síntese de outros ácidos e precisam ser obtidos por meio da dieta. Uma vez ingeridos eles podem ser convertidos em outros ácidos poli-insaturados como o EPA (Eicosapentaenóico, 22:5n-3), DHA (Docosahexaenóico, 22:6n-3) e Araquidônico (20:4n-6) (NELSON e COX, 2002).

As bactérias responsáveis pela biohidrogenação podem ser divididas em dois grupos. O primeiro grupo é responsável pela biohidrogenação do ácido linoléico (C18:2) e ácido linolênico (C18:3) a ácido transvacênico (trans-11 C18:1), com pequenas quantidades de outros isômeros. Este grupo parece ser incapaz de biohidrogenar o ácido graxo oléico (C18:1) a ácido esteárico (C18:0). As bactérias do segundo grupo, ao contrário das bactérias do primeiro, são capazes de biohidrogenar uma grande extensão de cis e trans C18:1 a C18:0 (DEMEYER e DOREAU, 1999).

O consumidor vem direcionando sua alimentação em função de sua saúde. Um dos fatores preocupantes é a presença de gordura nos alimentos, sua quantidade e conseqüentemente sua composição, principalmente gordura de origem animal. Segundo Jakobsen (1999) é recomendada a redução da

ingestão de gorduras, principalmente as ricas em colesterol e ácidos graxos saturados e um aumento do consumo de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados, com o propósito de diminuir riscos de obesidade, câncer e doenças cardiovasculares.

Com o objetivo de produzir carne mais saudável e atender as preferências do consumidor, várias pesquisas têm sido realizadas com o intuito de melhorar o perfil de ácidos graxos na carne dos ruminantes (bovinos, ovinos, etc) reduzindo os teores de ácidos graxos saturados e, concomitantemente, aumentando os teores de ácidos graxos insaturados. Isto é importante do ponto de vista da saúde humana, mas também poderá ser utilizado como estratégia de marketing pela cadeia da carne ovina, aumentando assim o número de consumidores em todo o mundo (FERNANDES, 2008).

Segundo Raes et al. (2004) a inclusão de linhaça em grãos tem vantagens sobre o óleo de linhaça por razões tecnológicas devido ao seu conteúdo de antioxidante natural. No entanto, a linhaça inteira não pode ser utilizada na alimentação de animais, pois as enzimas digestivas não podem penetrar na casca. Portanto, para melhorar o acesso, as sementes devem ser quebradas por meio de tratamentos como o esmagamento, extrusão ou expansão.

Segundo Kouba e Mourot (2011) a utilização de dietas com linhaça conduz geralmente a um aumento no teor de ácidos graxos ômega 3 (ω 3) em produtos animais (ovos, carne, leite) de ruminantes e monogástricos. A linhaça possui alto conteúdo de ácido linolênico (C18:3n-3) (mais de 50% é ALA (ácido alfa linolênico)), e a extrusão aumenta sua digestibilidade. Portanto, produtos animais enriquecidos com ω 3 podem ser bons fornecedores destes ácidos graxos na dieta humana.

Recentemente, muitos trabalhos têm sido publicados comparando o efeito da fonte da dieta no conteúdo dos ácidos graxos da carne de ovinos (WACHIRA et al., 2002; BAS et al., 2007; PENG et al., 2010; DIAZ et al., 2011). A maioria dos trabalhos tem verificado que a inclusão de linhaça têm sido eficiente no aumento do teor de ácidos graxos como CLA, linolênico e linoléico.

3.1.2 Embutidos cárneos a base de carne ovina

Estudos realizados por Pinheiro (1989) utilizando carne de ovinos adultos mostram a viabilidade da utilização da carne destes animais em produtos como: linguiça tipo calabresa, mortadela, salsicha, salame e presunto, proporcionando mais uma alternativa econômica para a ovinocultura brasileira.

Klettner et al. (1989) relataram a adição de até 33 % de carne de ovinos velhos, junto com carnes suína e bovina na formulação de produtos cárneos entre os quais embutido fermentado, sem que os provadores detectassem a presença de carne ovina na avaliação sensorial.

Roça et al. (1997), estudaram a viabilidade de elaboração de alguns produtos de carne de ovelha, como presunto, fiambre, charque, “jerked beef” e salame, comparando-se com produtos de carne de cordeiros. Esses autores utilizaram a carne de ovelha (6 anos) e de cordeiro (8 meses), e concluíram que a elaboração de salame é uma alternativa para o aproveitamento da carne de ovinos de descarte.

Silveira e Andrade (1991) recomendaram o uso deste tipo de matéria-prima na formulação de produtos fermentados, por apresentarem um teor de umidade mais baixo e uma coloração mais acentuada, já para Zapata (1994), a carne ovina pode ser incorporada em até 30 % na formulação de embutidos em substituição à carne bovina.

Beserra et al. (1999) e Beserra et al. (2003), desenvolveram e caracterizaram físico-química e microbiologicamente um embutido tipo apresuntado de carne caprina de descarte, com diferentes proporções de carne suína e obtiveram boa aceitação global.

Nassu et al. (2001), Nassu et al. (2002), Dalmás (2004) e Bonfada et al. (2009) estudaram embutidos fermentados mistos de carne caprina e suína e reportaram que a adição de até 25 % de carne na formulação resultou em produtos bem aceitos sensorialmente.

Pelegri et al. (2007) avaliaram as características da carcaça de ovelhas de descarte de dois grupos genéticos submetidas a dois sistemas de manejo e produziram embutido fermentado utilizando 80 % de carne de ovelhas de descarte e 20 % de pernil suíno, que apresentou boa aceitabilidade nas avaliações sensoriais.

François (2009) avaliou a utilização da carne ovina em quatro níveis de substituição (10, 15, 35, 55 e 75 %) à carne suína na elaboração de embutido fermentado tipo salame, constatou que é possível adicionar até 75 % de carne ovina na formulação de embutido fermentado.

Guerra (2010) estudou a utilização da carne de caprinos e de ovinos de descarte, na elaboração de mortadelas adicionadas de diferentes percentuais de lipídios suínos e observou que as mortadelas adicionadas de 20 e 30 % de lipídios suínos atenderam aos requisitos da legislação quanto aos parâmetros microbiológicos, físico-químicos, físicos e sensoriais.

3.2. Características da Linhaça

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é a semente do linho, planta pertencente à família das *Lináceas*, que tem sido cultivada há cerca de 4000 anos nos países mediterrâneos. É uma semente com várias aplicações, podendo ser usada como matéria-prima para produção de óleo e farelo. O óleo é usado pelas indústrias na fabricação de tintas, vernizes e resinas, já o farelo é vendido para fábricas de rações animais. Também estão em desenvolvimento processos que incluem o óleo de linhaça em rações, de forma que os produtos para consumo humano como a carne, ovos, leite, possam estar enriquecidos com ácidos graxos ω 3 (TURATTI, 2001).

A linhaça é rica em ácidos graxos essenciais, com elevado teor de lipídios (32 a 38 %), sendo que destes 50 a 55 % são do ácido graxo poli-insaturado α -linolênico (18:3 ω 3), pertencente à família ω 3. Contém ainda ácido linoléico (da família ω 6) e ácidos graxos monoinsaturados e saturados (GÓMEZ, 2003).

Grãos de linhaça, por serem ricos em ácidos graxos poli-insaturados, principalmente os da família ω 3 e ω 6, apresentam grande possibilidade de proporcionar resultados positivos, quando utilizados na suplementação de ovelhas. Wachira et al. (2002) verificaram três diferentes fontes de ácidos graxos para cordeiros e observaram que em todos os suplementos contendo lipídios poli-insaturados ω 3 os ácidos graxos aumentaram o conteúdo de trans-18:1 em relação aos valores do controle sem suplementação, mas o ácido

linoléico conjugado só aumentou no músculo dos cordeiros alimentados com linhaça.

Segundo Saarinen et al. (2002), a linhaça possui um grupo de fitoestrógenos conhecido como lignanas, que ao serem metabolizados pelos ruminantes geram compostos biologicamente ativos como a enterolactona e enterodiol causando benefícios à saúde, como redução no risco de doenças cardiovasculares e diabetes.

3.3 Aspectos da Elaboração de Linguiças

Segundo a Instrução Normativa nº4, de 31 de março de 2000 (BRASIL, 2000), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Linguiça, entende-se por linguiça o produto cárneo obtido de carnes de diferentes espécies animais, submetidas aos mais diversos e adequados processos tecnológicos, adicionados ou não de tecidos adiposos, ingredientes e embutidos em envoltórios naturais ou artificiais. Elas são classificadas de acordo com a tecnologia de fabricação em produto: fresco, seco curado e /ou maturado, produto cozido e outros.

No Brasil, a linguiça é um dos produtos cárneos mais consumidos, em média 3,3 g/dia por pessoa, seguida de salsicha 2,1 g/dia e mortadela 1,4 g/dia (IBGE, 2009). A falta de tratamento térmico torna essa linguiça propensa à oxidação lipídica e contaminação microbiana. Uma das alternativas para conservação é a refrigeração empregando-se, geralmente, a temperatura de 2° a 4 °C. Porém, na prática, a durabilidade dos produtos refrigerados não é muito longa, chegando ao máximo 20 dias quando possui aditivos, condimentos esterilizados e com boas práticas de fabricação (TERRA e BRUM, 1988).

Nos últimos anos especial atenção tem sido dada aos perigos das dietas ricas em gorduras, e como consequência, observa-se uma crescente valorização dos produtos com quantidades reduzidas desse componente. Atualmente se observa uma intensa competição entre os setores de desenvolvimento de produtos nas indústrias, para oferecer aos consumidores alimentos com baixo teor de gordura. Os produtos cárneos convencionais

possuem um alto nível de gordura (20 a 30 %), permitindo desta forma, uma grande oportunidade para sua redução (SEABRA et al., 2002).

Produtos com baixo teor de gordura que atendam aos critérios nutricionais e as expectativas de sabor exigidas pelos consumidores pode influenciar a compra desses produtos com mais frequência. Todos os segmentos da indústria cárnea estão tentando desenvolver produtos com baixo teor de gordura, sendo que as indústrias de carne bovina, suína e de aves oferecem uma maior variedade de produtos que a indústria ovina (OUSBURN e KEETON, 2004).

3.4. Fatores que Afetam a Qualidade da Carne e/ou de Embutidos

3.4.1 Oxidação lipídica

A oxidação dos lipídios, que ocorre durante o armazenamento, processamento e aquecimento, é um processo básico causador de rancidez nos produtos alimentícios, promovendo a deterioração oxidativa (HUDSON, 1990).

Os principais fatores que afetam a deterioração da qualidade da carne através da oxidação lipídica incluem a composição dos fosfolipídios, o teor de ácidos graxos poli-insaturados na carne e a presença de íons de metais livres (BARON e ANDERSEN, 2002). Outros fatores compreendem oxigênio, pigmentos heme, processos mecânicos (como moagem, mistura, corte e desossa mecânica da carne), cocção e adição de sal durante os procedimentos de produção (ANDREO et al., 2003). O elemento ferro desempenha um papel fundamental no desenvolvimento da oxidação lipídica (POLLONIO, 1994).

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

A auto-oxidação dos lipídios em produtos cárneos envolve a peroxidação de ácidos graxos insaturados, em particular daqueles associados com fosfolipídios localizados nas membranas celulares. A suscetibilidade ao

processo oxidativo depende da capacidade dos ácidos graxos doarem um átomo de hidrogênio, com produção de um radical livre de lipídio que, por sua vez, reage com oxigênio molecular para formar um radical peróxi (BELITZ e GROSCH, 1999).

Assim, os átomos de carbono adjacentes às duplas ligações tendem a doar um átomo de hidrogênio, levando à formação de radicais estabilizados por ressonância. Uma vez que a autooxidação dos lipídios procede via mecanismo de cadeia de radicais livres, é catalisada por muitos fatores, tais como: presença de calor, luz, radiação ionizante, íons metálicos e metaloporfirinas (ADAMS e MOSS, 1999).

Segundo Torres e Okani (1997) as principais causas do desenvolvimento da rancidez são hidrólise e oxidação lipídica. A rancidez hidrolítica provoca a liberação de ácidos graxos, sendo geralmente as lipases (microbianas ou da própria carne) que iniciam o processo de rancificação das gorduras. No caso das linguiças, o início da reação de rancidez oxidativa é catalisado pela ação do oxigênio do ar sobre os ácidos graxos insaturados presentes na gordura.

Nas fases de iniciação e propagação, a presença de radicais livres, que são moléculas extremamente reativas, é decisiva (ADAMS e MOSS, 1999). Os radicais livres podem ser definidos como moléculas ou átomos que possuem um elétron desemparelhado na última camada, ocupando um único orbital atômico ou molecular (HALLIWEL e GUTTERIDGE, 2000).

Essas formas reativas são normalmente produzidas durante o metabolismo do oxigênio nos tecidos e são chamadas de espécies reativas de oxigênio (ROS- Reactive Oxygen Species). Estes compostos dividem-se em radicais superóxido (O_2) e hidroxila (HO) ou não radicais peróxido (H_2O_2). Alguns deles são produzidos durante o metabolismo aeróbio das células vivas, como o radical superóxido, que é formado pela adição de um elétron extra ao oxigênio molecular, durante o processo de redução do oxigênio da cadeia respiratória mitocondrial (ADAMS e MOSS, 1999).

Mesmo apresentando pouca reatividade química, os compostos O_2 e H_2O_2 , quando expostos a determinados íons metálicos (Fe^{2+} e Cu^{2+}) geram um radical livre altamente reativo, o radical hidroxila, este é provavelmente, o radical livre mais importante para a iniciação do processo de oxidação nos

tecidos animais, uma vez que ele pode rapidamente remover um átomo do hidrogênio do ácido graxo insaturado (BELITZ e GROSCH, 1999).

Diversos produtos cárneos processados são particularmente suscetíveis à rancidez oxidativa devido à exposição ao oxigênio e/ou elevadas temperaturas durante o processamento. Isso inclui linguiça frescal, produtos cozidos e embutidos desidratados. Produtos cárneos com maior proporção de gorduras insaturadas como suíno e frango, são particularmente suscetíveis (SEBRANEK et al., 2005).

3.4.2. Alterações na cor e textura

Em função de hábitos estabelecidos pelo segmento de processamento de produtos cárneos junto ao consumidor, a cor é um dos atributos mais importantes na avaliação da qualidade global de linguiça frescal. A aparência determina como os consumidores percebem a qualidade do produto cárneo e influencia significativamente em sua decisão de compra (CARPENTER et al., 2001).

A cor do produto cárneo poderá ser tanto o resultado de uma “cura” como da adição de um corante. A cura é o resultado da adição dos chamados sais de cura, ou seja, cloreto de sódio misturado com nitrato e nitrito. Estes sais reagem com os componentes da carne ocasionando coloração, sabor e aroma característicos (GIL e DOMINGUEZ, 1992).

A mioglobina é o principal pigmento responsável pela cor da carne. Está presente nas carnes em diferentes formas: desoximioglobina (mioglobina com Fe^{2+}), que determina a cor púrpura do tecido; oximioglobina (oxigênio ligado à molécula de mioglobina), sem alteração do estado de oxidação do ferro e conferindo à carne cor vermelho brilhante e metamioglobina (mioglobina oxidada, com o ferro em estado de oxidação Fe^{3+}), conferindo à carne uma cor escura, vermelho-amarronzada (GUIDI et al., 2006).

A alteração na coloração dos produtos curados deve-se à oxidação do pigmento nitrosohemocromo por agentes químicos, como o oxigênio, ou agentes microbianos. Como resultado tem-se a formação de porfirinas verdes, amarelas ou incolores. A luz acelera essa reação, induzindo a dissociação do

óxido nítrico da estrutura heme, o que resulta em descoloração (MØLLER et al., 2003).

Medidas instrumentais de cor são realizadas comumente através de colorímetros e espectrofotômetros, em equipamentos como Minolta e Hunter MiniScan. Esses equipamentos iluminam a amostra de carne com uma fonte controlada e medem a quantidade de luz refletida em diferentes comprimentos de onda (400 a 700 nm). A partir dos dados de luz refletida por comprimento de onda, os valores da cor da amostra de carne são calculados de acordo com escalas tridimensionais de cor (BERNARDES e PRATA, 2001).

3.5 Técnicas para avaliação da estabilidade oxidativa

3.5.1 Análise das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

A oxidação lipídica das carnes e produtos cárneos pode ser acompanhada pela determinação dos valores de substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico ou TBARS (*Thiobarbituric acid reactive substances*). A reação envolve o ácido 2-tiobarbitúrico com o malonaldeído (Figura 1), produzindo um composto de cor vermelha, medido espectrofotometricamente a 532 nm de comprimento de onda (de acordo com a metodologia, este comprimento pode variar, situando-se ao redor de 500 a 550 nm).

De acordo com Miyagusku et al. (2003) as substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico são preferencialmente formadas a partir da clivagem de ácidos graxos com duplas ligações. Os hidroperóxidos formados podem originar compostos contendo grupamentos carbonílicos, sendo o malonaldeído o principal alcadienal relacionado com o processo de oxidação lipídica.

Alguns estudos foram conduzidos utilizando os valores de TBARS como indicador do processo de oxidação de carnes e derivados, portanto, a informação do número de TBARS é bastante relevante (AHN et al., 1998; JO et al., 1999).

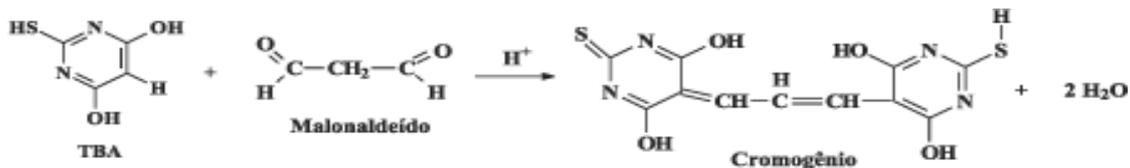


Figura 1. Reação envolvendo o ácido 2-tiobarbitúrico com o malonaldeído para produzir um composto de cor vermelha (OSAWA, et al., 2005).

3.5.2 Análises Térmicas em Alimentos

Muitos alimentos contêm ácidos graxos, e eles estão frequentemente sujeitos a tratamento térmico durante o processamento, estocagem e preparação. A estabilidade térmica dos lipídios depende de sua estrutura química, sendo que os lipídios com ácidos graxos saturados são mais estáveis do que os insaturados (EYCHENNE et al., 1998).

Como estes lipídios são muito apreciados na culinária e na indústria, têm exigido de pesquisadores e técnicos especializados novos métodos analíticos, capazes de avaliar as condições de processamento e estocagem, portanto é de fundamental importância o conhecimento da estabilidade térmica dos lipídios de origem vegetal para um rigoroso controle da qualidade (FARIA et al., 2002).

A análise térmica possibilita uma ampla faixa de aplicação para medidas de propriedades físicas, estudo de reações químicas, avaliação da estabilidade térmica, determinação da composição de materiais e desenvolvimento de metodologia analítica. As técnicas TG/DSC, por sua vez podem ser usadas para estimar o patamar de estabilidade de óleos e gorduras (FARIA et al., 2002).

Pereira e Das (1990) usaram a técnica de DSC para estudar os efeitos dos flavonóides na auto-oxidação térmica de óleos vegetais. Kowalski (1991) estudou a decomposição térmica-oxidativa de óleos comestíveis e gorduras.

Wesolowski e Erecinska (1998) avaliaram a qualidade do óleo de sementes de colza usando análise térmica. Litwinienko e Kasprzycka-Guttman (1998) também usando DSC, estudaram a cinética da oxidação térmica de óleos de mostarda. Rudnik et al. (2001) analisaram a estabilidade oxidativa do óleo de linhaça utilizando análise térmica.

Araújo et al. (2011) avaliaram por TG a influência da degradação termal nas propriedades químicas do óleo de pescado em atmosfera de nitrogênio.

As técnicas termoanalíticas utilizadas nos trabalhos acima citados, forneceram dados sobre a estabilidade térmica e geraram subsídios para análise da qualidade dos mesmos. No entanto, ainda são escassos os estudos sobre o comportamento térmico de óleos e gorduras de origem animal (GARCIA et al., 2004).

Segundo a ICTA (“International Confederation for Thermal Analysis”) análise térmica é definida como técnicas que medem propriedades físicas de substâncias em função da temperatura através de um programa de controle de temperatura (HARWALKAR e MA, 1990).

Análise térmica é um termo que abrange um grupo de técnicas na qual uma propriedade física ou química de uma substância, ou de seus produtos de reação, é monitorada em função do tempo ou temperatura, enquanto a temperatura da amostra, sob uma atmosfera específica, é submetida a uma programação controlada. Desta forma, a análise térmica tem seu campo de atuação voltado ao estudo de processos como catálises e corrosões, propriedades térmicas e mecânicas como expansão térmica e amolecimento, estabilidade de óleos e gorduras, etc (WENDHAUSEN et al., 2002). Esses estudos têm sido realizados, dentre outros, por Termogravimetria - TG e Calorimetria Exploratória Diferencial - DSC (KÖK et al., 1997).

Termogravimetria (TG)

A Termogravimetria é a técnica na qual a perda de massa de uma substância é medida em função da temperatura enquanto esta é submetida a uma programação controlada. A curva TG e sua derivada (DTG) são apresentadas na Figura 2 (KENKEL, 2003).

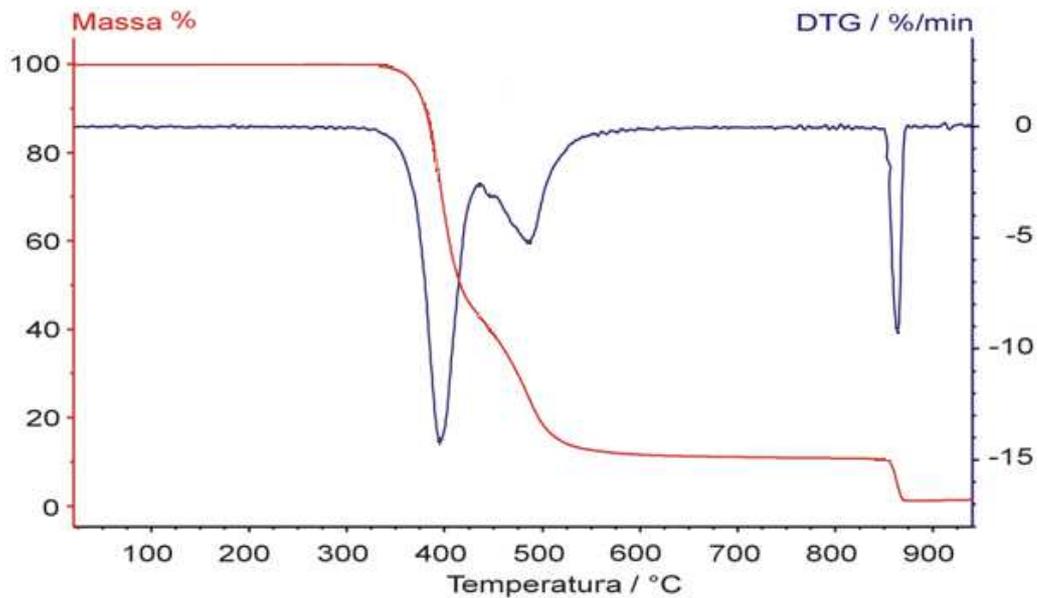


Figura 2. Gráfico de TG (vermelho) e sua derivada DTG (azul) (KENKEL, 2003).

O equipamento utilizado na análise termogravimétrica é basicamente constituído por uma microbalança, um forno, termopares e um sistema de fluxo de gás. A Figura 3 apresenta visualmente o instrumento.



Figura 3. Aspecto visual do termogravímetro (TG-DTG 60H- SHIMADZU).

A amostra a ser analisada é inserida em um recipiente denominado “cadinho”. O tipo de cadinho utilizado depende da temperatura máxima de

exposição, da natureza química da amostra, da sua quantidade e reatividade. Em função das características da análise e da amostra a analisar, o material utilizado para confeccionar o cadinho pode ser de: platina, alumina, quartzo ou vidro (FARIA et al., 2002).

Calorimetria Diferencial Exploratória (DSC)

A calorimetria diferencial exploratória é uma técnica térmica capaz de quantificar a energia envolvida nas reações de modo que as diferenças no fluxo de calor de uma substância e a referência são medidas como uma função da temperatura da amostra, enquanto ambas estão sujeitas a um programa de temperatura controlada. A calorimetria tem se tornado o mais utilizado de todos os métodos térmicos, com sucesso na determinação da transição vítrea, cristalização, fusão, estabilidade de produtos, cinética de cura e estabilidade oxidativa (WENDHAUSEN et al., 2002).

Existem dois tipos de equipamentos que realizam varredura na temperatura da amostra. O primeiro é denominado de DSC de compensação de potência, e o segundo de DSC de fluxo de calor. Os dois tipos de DSC foram estudados por Höhne (1991), que descreveu ambos os equipamentos como capazes de fornecer dados satisfatórios em processos envolvendo entalpia, com uma precisão da ordem de 1 a 2 %. Os equipamentos de compensação de potência são, geralmente, limitados a temperaturas até 725 °C, enquanto os de fluxo de calor podem operar até 1500 °C.

O registro posteriormente corrigido da curva DSC, em ambas as técnicas, é expresso em termos de temperatura ou tempo na abcissa, e mW/mg (miliwatts por miligramas) no eixo da ordenada. O fluxo de calor é dividido pela massa. Desta maneira a curva passa a não ser afetada pela quantidade de massa que compõe o cadinho. Isto porque quanto maior a massa existente no cadinho, maior é a quantidade de calor liberada e/ou absorvida na reação.

Transições de primeira ordem (endotérmicas ou exotérmicas) são caracterizadas como picos, mesmo que eles possam sobrepujar um ao outro. A área do pico diretamente sob a curva mW/mg é proporcional à entalpia ΔH envolvida no processo endotérmico / exotérmico, expresso em Quilojoule por Quilograma, ou, Joule por grama (KÖK et al., 1997).

DSC com Fluxo de Calor

A Figura 4 apresenta um esquema de uma célula DSC comercial de fluxo de calor.

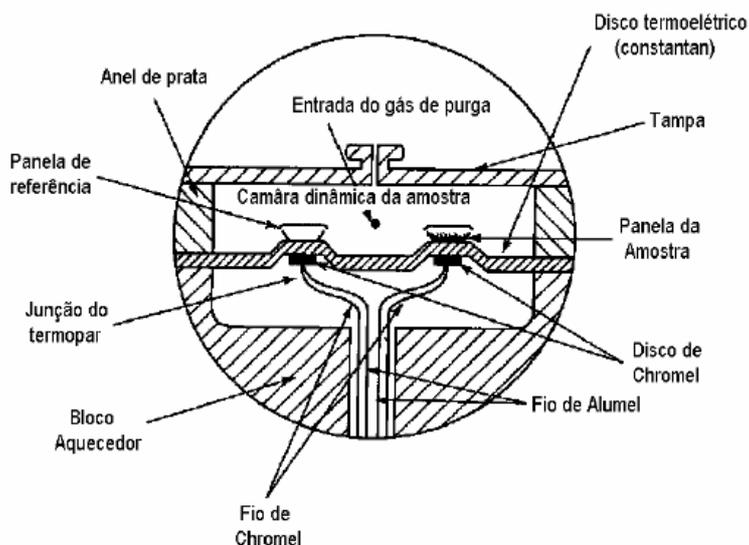


Figura 4. Esquema de uma célula DSC com fluxo de calor (SKOOG et al., 1992).

O calor flui para a amostra e para o material de referência através de um disco termoelétrico de *constantan* (liga metálica) aquecido. Pequenos cadinhos com a amostra e o material de referência são colocados na plataforma formada pelo disco de *constantan*. O calor é transferido através do disco para a amostra e a referência através das placas. O fluxo de calor diferencial para a amostra e a referência é monitorado por termopares de *chromel/alumel* formados pela junção entre a plataforma de *constantan* e os discos de *chromel* fixados no lado inferior da plataforma. A temperatura da amostra é estimada por meio de uma junção *chromel/alumel* sob o disco da amostra (SKOOG et al., 1992).

Na Figura 5 é apresentado o aspecto do equipamento DSC (TA INSTRUMENTS, Q-20).



Figura 5. Aspecto visual do calorímetro (TA Instruments, Modelo Q20).

As curvas do DSC registram a diferença de energia fornecida (mW/mg) à amostra em relação à referência, no eixo da ordenada, em função da temperatura (°C) ou tempo (min), no eixo da abscissa.

Os cadinhos utilizados no calorímetro são produzidos de materiais altamente condutores de calor, como platina, ou alumina (Figura 6). No DSC, por compensação de energia, cada cadinho é colocado em um forno, no DSC por fluxo de calor os cadinhos são colocados em cada lado da base de platina, permitindo assim o fluxo de calor entre a amostra e a referência ((KÖK et al., 1997).



Figura 6. Aspecto dos cadinhos utilizado no DSC (grafite, ZrO_2 , Al_2O_3 , Pt + Al_2O_3 inside layer Pt, Au) (SKOOG et al., 1992).

3.6 Considerações a Respeito do Estado da Arte

Após as considerações apresentadas, verifica-se a importância de pesquisas direcionadas a valorização da carne de ovelhas de descarte. A carne desses animais geralmente apresenta um excesso de gordura, maior dureza e pouco rendimento da porção comestível, resultando numa carne de baixa

qualidade quando comparada à carne de cordeiro, o que contribui para o baixo consumo da mesma.

O aproveitamento da carcaça de ovinos velhos, através do processamento e industrialização, sem dúvida, reveste-se de uma importância econômica muito grande num estabelecimento de abate, já que poderá aumentar a variedade de produtos obtidos com a carne ovina, conseqüentemente e indiretamente contribuirá para a melhoria da cadeia produtiva ovinícola.

O aumento do interesse na melhoria da qualidade nutricional dos alimentos cárneos tem estimulado a pesquisa sobre a manipulação do perfil de seus ácidos graxos através de estratégias nutricionais. O objetivo é produzir carne que cumpra as recomendações dietéticas para a redução da ingestão de gordura e colesterol na dieta humana e uma ótima relação de saturados, monoinsaturados e poli-insaturados. Várias pesquisas têm sido realizadas utilizando a linhaça que é rica em ácidos graxos poli-insaturados, na alimentação de animais de forma a alterar os ácidos graxos da carne e melhorar a qualidade nutricional da mesma.

Face ao exposto acima, o presente trabalho é de extrema importância pois aliou a alimentação das ovelhas com linhaça e a utilização da carne destas, na produção de embutido frescal, bem como a avaliação da estabilidade oxidativa dos produtos ao armazenamento, empregando técnicas analíticas avançadas como cromatografia gasosa, obtendo-se informações do perfil de ácidos graxos, técnicas termoanalíticas como TG e DSC de avaliação do comportamento térmico dos ácidos graxos, complementando com técnicas analíticas convencionais de avaliação da oxidação lipídica, tais como TBARS e características sensoriais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Neste item serão relatados os procedimentos de condução dos experimentos, do local, instalações e animais, do abate das ovelhas, da caracterização da matéria-prima, de elaboração das formulações de linguiça mista frescal e das determinações físico-químicas de pH, a_w , umidade, cinzas, lipídios, proteína, TBARS, cor, perfil textura, ácidos graxos, TG (Termogravimetria) e DSC (Calorimetria Exploratória Diferencial) e da análise sensorial realizadas no âmbito deste trabalho.

4.1. Local, Instalações e Animais

Os experimentos foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais em Experimentações da Universidade Estadual de Maringá, sob o parecer nº084/2012.

O experimento de campo foi realizado no setor de ovinocultura da Universidade Estadual de Maringá, no distrito de Floriano, Maringá – PR.

Foram utilizadas 24 ovelhas de corte deslanadas, em final de vida reprodutiva (mais de 5 anos) divididas em três grupos de oito animais.

Durante o período experimental os animais foram alojados em baias cobertas, com piso ripado e suspenso, contendo comedouros e bebedouros. As rações eram fornecidas pela manhã, na proporção de 3,5 % de matéria seca em relação ao peso corporal do animal, de maneira que proporcionassem sobras de 10 %.

A dieta fornecida aos animais confinados foi formulada para conter proporção de volumoso:concentrado 70:30, recomendadas pelo NRC (2007) para fêmeas ovinas em fase de terminação.

A literatura é escassa em relação ao tempo mínimo de alimentação e a quantidade de oleaginosas para que ocorra alteração significativa da relação AGPI (ácidos graxos poli-insaturados)/ AGS (ácidos graxos saturados) em ovinos. Stelzleni e Johnson (2008) avaliaram o efeito dos dias de suplementação com concentrado, sobre a detecção sensorial de sabores desagradáveis em carne de vacas, encontrando diferenças entre zero e 42 dias e semelhança entre 42 e 84 dias. Díaz et al. (2011) utilizaram 13 % de inclusão

de linhaça extrusada na alimentação de ovelhas, pelo período de 40 dias, com o objetivo de alterar o perfil de ácidos graxos. Os objetivos alcançados pelos autores foram positivos; dessa forma estipulou-se para esse projeto a inclusão de 15 % de grãos de linhaça e 30, 45 e 60 dias como período de alimentação.

As ovelhas ficaram confinadas durante o período do experimento e foram alimentadas *ad libitum*, durante 30, 45 e 60 dias com ração completa misturada e peletizada composta de 15 % de grãos de linhaça marrom, 50,52 % de casca de soja, 20,97 % de feno *coastcross* e 13,51 % de milho moído.

4.1.1. Abate das ovelhas

Os abates foram realizados em abatedouro credenciado pela vigilância sanitária na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Maringá, no distrito de Iguatemi, Maringá – PR.

Para o abate, as ovelhas ficaram 18 h sob jejum de sólidos, somente com disponibilidade de água. No momento do abate foram pesadas e imediatamente insensibilizadas por meio de descarga elétrica de 220 V por 8 segundos e a sangria foi realizada pela secção das veias jugulares e as artérias carótidas. Após o abate, as carcaças foram resfriadas a 4 °C por 24 h em câmara fria (Figura 7a). Foi utilizado para este experimento o pernil das ovelhas (Figura 7b), que foram desossados e a carne congelada a -18 °C até elaboração dos produtos.



(a)



(b)

Figura 7. (a) Carcaças resfriadas (b) perna das ovelhas.

4.2. Caracterização da Matéria-Prima

Esta tese de doutorado é parte do projeto CNPQ intitulado “Características físico-químicas e sensoriais de carne de ovelhas alimentadas com grãos de linhaça”. Desta forma, foram realizadas análises físico-químicas e análise de ácidos graxos da ração utilizada para alimentar os animais e da carne dos animais abatidos, os quais fazem parte da tese de doutorado da discente Ana Cláudia Radis do curso de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá/PR. As análises foram realizadas conforme metodologia descrita no item 4.4.

A Tabela 1 apresenta as características físico-químicas dos ingredientes da ração utilizada na alimentação das ovelhas de descarte.

Tabela 1. Características químicas dos ingredientes da ração utilizada na alimentação das ovelhas.

Ingredientes	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)
Linhaça	5,61± 0,08	20,51± 0,08	28,43± 0,09
Casca de Soja	9,40± 0,02	16,56± 0,01	3,12± 0,07
Feno	12,07± 0,01	10,47± 0,09	1,68± 0,08
Milho Moído	12,36± 0,06	7,32± 0,05	3,54± 0,01

Em relação ao perfil de ácidos graxos da ração utilizada na alimentação, o teor de saturados foi de aproximadamente 17 %, monoinsaturados 35 % e poli-insaturados 48 %.

As Tabelas 2 e 3 apresentam os valores das características físico-químicas e do perfil de ácidos graxos, respectivamente, da carne de ovelhas de descarte nos diferentes dias de alimentação com linhaça antes do abate. Para a realização das análises foi utilizado o músculo *Longissimus dorsi* das ovelhas.

Tabela 2. Características físico-químicas da carne de ovelhas de descarte.

Alimentação	pH (24h)	Cinzas (%)	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)
30 dias	6,18± 0,07	2,54± 0,03	71,53± 0,02	17,70± 0,01	4,47± 0,10
45 dias	5,60± 0,10	2,25± 0,02	65,43± 0,05	17,94± 0,04	4,20± 0,05
60 dias	5,47± 0,10	2,96± 0,09	68,50± 0,10	18,03± 0,02	5,44± 0,07

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos da carne de ovelhas de descarte (%).

(AGS)*		0 % Linhaça			15 % Linhaça		
		30 dias	45 dias	60 dias	30 dias	45 dias	60 dias
Caprílico	(C8:0)	0,67	0,94	0,00	0,72	1,25	0,00
Mirístico	(C14:0)	2,20	2,25	1,88	2,33	1,80	1,97
Palmítico	(C16:0)	17,08	17,39	17,00	17,04	18,08	17,04
Heptadecanóico	(C17:0)	1,40	1,21	1,37	1,28	1,43	1,30
Estearíco	(C18:0)	15,00	14,90	14,27	14,23	14,28	13,69
Araquídico	(C20:0)	0,24	0,04	0,23	0,21	0,15	0,00
Behênico	(C22:0)	0,20	0,41	0,25	0,37	0,53	0,29
Total AGS		36,79	37,14	35,00	36,18	37,52	34,29
(AGMI)							
Palmitoléico	(C16:1)	1,76	1,88	1,58	1,82	1,61	1,56
Oléico	(C18:1n9c)	33,96	33,47	31,34	32,48	29,91	30,45
Total AGMI		35,72	35,35	32,92	34,30	31,52	32,01
(AGP)							
Linoléico	(C18:2n6c)	5,50	5,42	4,93	4,91	4,71	5,21
Linolênico	(C18:3n3)	0,32	0,60	0,36	0,59	0,64	0,37
CLA**	(C18:2C9T11)	0,65	0,52	0,60	0,94	0,70	0,71
Docosapentaenóico	(C22:5n3)	0,76	0,89	0,60	0,84	0,72	0,63
Aracdônico	(C20:4n6)	1,64	1,84	1,51	1,73	1,76	1,66
Total AGP		8,87	9,27	8,00	9,01	8,53	8,58

*AGS (ácidos graxos saturados); AGMI (ácidos graxos monoinsaturados); AGP (ácidos graxos poli-insaturados) ** ácido linoleico conjugado.

De acordo com a literatura, a carne suína apresenta em média pH 6 (SANTOS et al., 2008). Segundo Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2002) o pernil suíno possui em média 5 % de lipídios totais, sendo 33 % de ácidos graxos saturados, 42 % de monoinsaturados e 25 % de poli-insaturados.

4.3. Elaboração das Formulações

O processamento das linguiças, as determinações físico-químicas, a análise de cor, perfil textura e a análise sensorial foram realizados na Universidade Estadual de Maringá. A análise de ácidos graxos foi realizada no Laboratório de Espectrometria do curso de Química da Universidade Federal de Sergipe, Aracaju/SE. A análise de TG foi realizada no LTA (Laboratório de Análises Térmicas) do curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Sergipe, Aracaju/SE. A análise de DSC foi realizada no Núcleo de Estudos

em Sistemas Coloidais (NUESC) do Instituto de Tecnologia e Pesquisa (ITP) da Universidade Tiradentes (UNIT), Aracaju, SE.

4.3.1. Planejamento dos experimentos

Com o intuito de testar diferentes períodos de alimentação das ovelhas com linhaça e proporção de carne de ovelha nas linguiças utilizou-se um delineamento fatorial 2^2 com três repetições no ponto central (conforme Tabela 4).

As variáveis foram: período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais e proporção de carne de ovelha na formulação de linguiça mista frescal. Foram testados três tempos de alimentação das ovelhas com linhaça: 30 dias, 45 dias e 60 dias. Para a proporção de carne de ovelha foram testadas 3 formulações: 90 % de carne de ovelha e 10 % de carne suína, 80 % de carne de ovelha e 20 % de carne suína e 70 % de carne de ovelha e 30 % de carne suína.

Tabela 4. Níveis utilizados no Delineamento Experimental 2^2 .

	Nível -1	Nível 0	Nível +1
Alimentação com linhaça (dias)	30	45	60
Proporção de carne de ovelha (%)	70	80	90

Além dos ensaios do delineamento experimental foram realizados 7 experimentos adicionais (Tabela 5) com o objetivo de comparar os resultados e avaliar os efeitos destes tratamentos no produto final.

A carne suína (pernil) utilizada na elaboração das formulações de linguiça frescal foi adquirida em supermercado na cidade de Maringá/PR. Os ingredientes utilizados na elaboração das formulações, além da carne de ovelha e da carne suína, foram adicionados nessa ordem: água (6 %), sal (2 %), nitrito e nitrato (Duas Rodas) (0,25 %), condimento linguiça toscana (Duas Rodas) (0,5 %), alho em pó (0,1 %), pimenta branca (0,02 %), glutamato monossódico (Ajinomoto) (0,1 %), orégano (0,02 %), salsinha desidratada (0,02 %) e após alguns minutos de mistura foi adicionado o antioxidante eritorbato de sódio (Duas Rodas) (0,25 %).

Tabela 5. Proporções de carne de ovelha de descarte e suína utilizadas nas formulações da linguiça mista frescal.

Período de Alimentação com Linhaça	Proporção de carne			
30 dias	100 % de carne de ovelha	*90 % de carne de ovelha e 10 % de carne suína	80 % de carne de ovelha e 20 % de carne suína	*70 % de carne de ovelha e 30 % de carne suína
45 dias	100 % de carne de ovelha	90 % de carne de ovelha e 10 % de carne suína	*80 % de carne de ovelha e 20 % de carne suína	70 % de carne de ovelha e 30 % de carne suína
60 dias	100 % de carne de ovelha	*90 % de carne de ovelha e 10 % de carne suína	80 % de carne de ovelha e 20 % de carne suína	*70 % de carne de ovelha e 30 % de carne suína

* Formulações do planejamento experimental.

4.3.2. Processamento das linguiças mistas

O Fluxograma de processamento da linguiça mista frescal encontra-se na Figura 8.

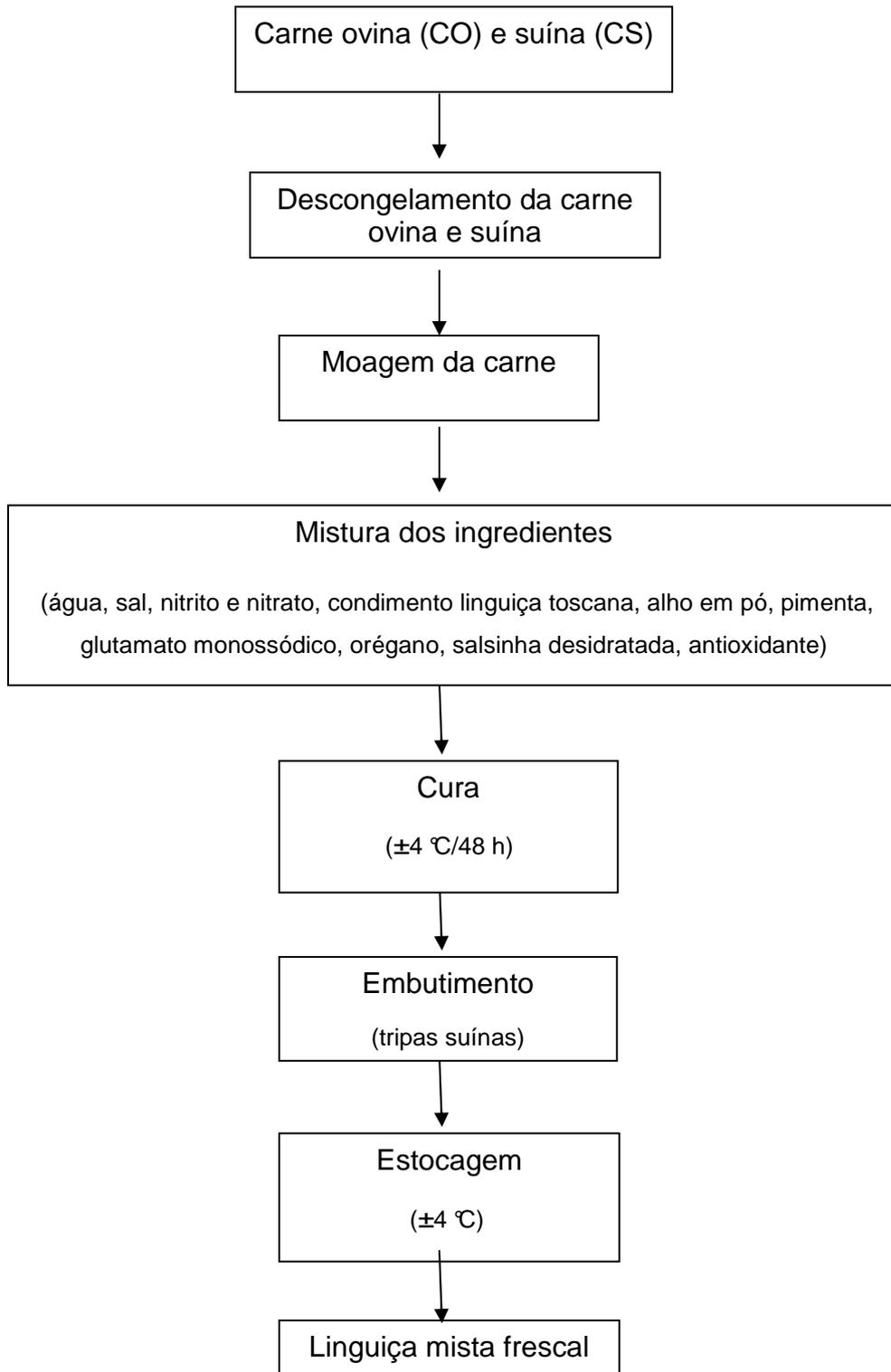


Figura 8. Fluxograma de processamento das formulações de linguiça mista frescal.

A seguir serão descritas as principais etapas do processamento das formulações.

a) Preparação da matéria-prima

As carnes ovina e suína foram descongeladas em refrigerador convencional ($\pm 4^{\circ}\text{C}/12$ horas) e refiladas para retirada de cartilagens, tendões e excesso de gordura que poderiam depois prejudicar sensorialmente o produto. Posteriormente foram moídas separadamente em moedor manual (Marca CAF), em disco de 8 mm.

b) Preparação da massa

Os ingredientes: carne de ovelha, carne suína, água, sal, nitrito e nitrato, condimento linguiça toscana, alho em pó, pimenta, glutamato monossódico, orégano, salsinha e eritorbato de sódio foram misturados manualmente por aproximadamente 5 minutos e a massa foi colocada em geladeira ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) por 48 h.

c) Embutimento

Após isto, a massa foi embutida (Figura 9) em embutidor manual (Marca CAF) em tripa suína (Marca Canova, calibre 30 mm) hidratadas em solução salina 1 %.

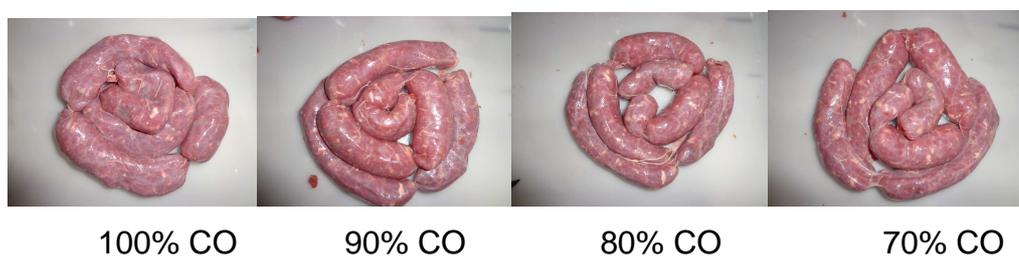


Figura 9. Linguiça embutida elaborada com 100, 90, 80 e 70 % de carne ovina.

d) Embalagem/estocagem

Após o embutimento as linguiças foram acondicionadas em embalagens de polietileno e seladas a vácuo (embaladora Marca TECMAC TM250) e

mantidas sob refrigeração ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) até a realização das determinações analíticas.

4.4 Determinações Físico-Químicas

As análises de composição química das formulações foram efetuadas no dia de fabricação. As determinações físico-químicas de acompanhamento da estabilidade lipídica, TBARS (Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico), pH, a_w , foram realizadas nos dias 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21° de fabricação das linguiças. As análises de cor foram realizadas nos dias 0, 5, 10, 15 e 20° dia de fabricação. As análises de textura foram realizadas nos dias 0, 10 e 20° de fabricação. As determinações de ácidos graxos foram realizadas nas amostras de gordura das linguiças elaboradas com carne de ovelhas alimentadas com linhaça por 30, 45 e 60 dias, no dia de fabricação (zero dia) e as análises Termogravimétrica e de Calorimetria Diferencial Exploratória foram realizadas nas amostras alimentadas com 30 e 60 dias com linhaça (zero dia). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.4.1 - TBARS - Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico

As análises das substâncias reativas ao ácido 2 tiobarbitúrico (TBA) foram realizadas de acordo com metodologia descrita por Raharjo et al. (1992), modificado por Wang et al. (2002), seguindo recomendações de Shahidi e Synomiecki (1985) no que se refere à adição de sulfanilamida para as amostras que contém nitrito, com algumas adaptações. Adicionou-se 0,5 mL de BHT (di-terc-butil metil fenol) 0,5 % em um tubo contendo 5 g de amostra triturada. Em seguida, adicionou-se 2 mL de solução de sulfanilamida 0,5 % e deixou-se em repouso por 10 min. Posteriormente, adicionou-se 18 mL de TCA (ácido tricloroacético) 5 % e homogeneizou-se. Em uma alíquota de 2 mL do filtrado, adicionou-se 2 mL de TBA (ácido 2-tiobarbitúrico) 0,08 M e a reação foi conduzida em banho-maria (40°C) por 80 min. Posteriormente, realizou-se leitura em espectrofotômetro (Agilent UV-8553) a 531 nm. A quantificação foi realizada frente a uma curva padrão ($1 \cdot 10^{-8}$ a $10 \cdot 10^{-8}$ mol/mL) de solução de

dietilacetil (TEP) Os resultados foram expressos em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra.

4.4.2 pH

O pH foi determinado por potenciometria, de acordo com metodologia descrita por Terra e Brum (1988). Pesou-se cerca de 2,0 g de cada amostra e solubilizou-se em 20 mL de água destilada. O valor de pH foi determinado em potenciômetro digital, previamente calibrado a pH 4 e 7.

4.4.3 Atividade de água (A_w)

A determinação da A_w foi realizada utilizando-se o medidor de atividade de água marca Aw Sprint – Novasina TH-50, previamente calibrado com soluções saturadas de cloreto de sódio, cloreto de potássio e água deionizada.

4.4.4 Umidade

A determinação de umidade foi realizada segundo IAL (1985). Aproximadamente 3,0 g de linguiça foram pesadas e colocadas em cadinhos previamente dessecados e foram enviados à estufa (Marca FANEM modelo 320-SE) 105 °C por aproximadamente 4 h. Ao serem retirados da estufa, os cadinhos foram colocados no dessecador até resfriarem e posteriormente foram pesados em balança analítica (Marca SHIMADZU).

4.4.5 Cinzas

A determinação de cinzas foi realizada segundo IAL (1985). Pesou-se aproximadamente 3,0 g de linguiça dispostas em cadinhos, previamente dessecados em Forno Mufla (Marca QUIMIS) a 550 °C. Após 6 h os cadinhos foram retirados da mufla, resfriados em dessecador e pesados em balança analítica.

4.4.6 Proteína

Os valores de proteínas foram determinados de acordo com Terra e Brum (1988). A proteína foi determinada pelo Método de Kjeldahl, o qual se baseia na determinação do nitrogênio total.

4.4.7 Frações dos Ácidos Graxos

a) *Lipídios totais*

A determinação de lipídios totais foi feita através de uma modificação do método de Bligh e Dyer (1959). Pesaram-se amostras com massa entre 3,0 e 3,5 g que foram maceradas. Transferiram-se essas amostras para tubos de ensaio onde foi adicionado 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de água destilada. O tubo foi tampado hermeticamente e agitado manualmente por 30 min. Em seguida, adicionou-se 10 mL de clorofórmio e 10 mL de solução de sulfato de sódio 1,5 %, tampou-se e agitou-se vigorosamente por 2 min. Deixaram-se os tubos em repouso para separação das camadas. Descartou-se a camada superior e a parte inferior foi filtrada rapidamente (para evitar a evaporação do clorofórmio). Mediu-se exatamente 5 mL do filtrado e transferiu-se para um béquer de 50 mL previamente pesado. O béquer foi colocado em estufa a 30 °C até que o solvente evaporesse.

O teor de lipídios totais foi calculado conforme a Equação 1:

$$\text{Lipídios totais (\%)} = \frac{P \times 4 \times 100}{G} \quad (1)$$

Onde: G = peso da amostra; P = peso dos lipídios (g) contidos nos 5 mL

b) *Ácidos graxos saturados e insaturados*

Para a análise dos ácidos graxos, uma alíquota do extrato lipídico extraído anteriormente, contendo aproximadamente 200 mg de lipídios foi seca em evaporador rotatório e submetida de acordo com o método de Hartman e Lago (1973), usando-se solução de cloreto de amônia e ácido sulfúrico em metanol como agente esterificante. Os ésteres de ácidos graxos foram isolados e analisados através do cromatógrafo gasoso Shimadzu, modelo GC-FID 2010, acoplado a um detector de massas Shimadzu (GCMS-QP 2010), utilizando-se uma coluna RT-x Wax Polietileno Glicol (30 m de comprimento x 0,25 mm de diâmetro interno x 0,25 µm de espessura do filme). O gás de arraste foi o Hélio (He) e o fluxo de injeção foi de 1 mL/min split 1:20. A temperatura inicial para a chama da coluna foi estabelecida em 80 °C, mantida por 5 minutos, sendo então elevada para 190 °C a uma taxa de 5 °C/min, mantida por 5 minutos, elevando-se depois para 220 °C a uma taxa de 2 °C/min, mantida por 5 minutos

e finalmente elevada para 240 °C a uma taxa de 5 °C/min, mantida por 5 minutos. A temperatura do injetor e do detector utilizada foi de 250 °C. A identificação dos ácidos graxos foi realizada pela comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com os de padrões autênticos.

4.4.8 Cor

A cor foi determinada em colorímetro CR-400 Minolta Chromameter (Minolta Cia Ltda.), no espaço CIE L*a*b*, onde L* = luminosidade, a* = intensidade da cor vermelha e b* = intensidade da cor amarela, calibrado com padrão branco. A mistura foi retirada da tripa e foram obtidos para cada repetição, o valor médio de cinco leituras realizadas em diferentes pontos de três porções de massa cárnea (replicata) (STEWART et al., 1965). A cromaticidade (C*_{ab}) foi calculada de acordo com a conforme a Equação 2 sugerida por CIE (1978) citado por García-Segovia et al. (2007).

$$C^*_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (2)$$

4.4.9 Perfil de Textura (TPA)

A análise de perfil de textura (TPA) foi realizada segundo Bourne (1978). As amostras de linguiça frescal foram embaladas em papel alumínio e assadas em forno elétrico até atingirem a temperatura interna de 73 °C, após o resfriamento até temperatura ambiente (~25 °C), foram cortadas em cilindros de ~2 cm e comprimidas duas vezes até 50 % de seu tamanho por cilindro de 36 mm de diâmetro (Probe P/36R) em texturômetro (modelo TAXT2, da marca Stable Micro System). Os parâmetros de perfil de textura foram calculados a partir das curvas de deformação de força como se segue: dureza (N: força necessária para atingir uma dada deformação, máxima força); coesividade (adimensional: razão entre a área de força positiva durante a segunda compressão e a primeira compressão excluindo a área de descompressão de cada ciclo); gomosidade (N: simulação de energia necessária para desintegrar um alimento semi-sólido a um estado constante, dureza x coesividade); elasticidade (cm: razão da distância que as amostras necessitam para se

recuperarem após a primeira compressão) e mastigabilidade (N.cm: dureza x coesividade x elasticidade). As condições operacionais encontram-se descritas na Tabela 6.

Tabela 6. Condições de análise para o teste de perfil de textura.

Parâmetros	Condições
Velocidade de pré-teste	1 mm/s
Velocidade durante o teste	5 mm/s
Velocidade pós-teste	5 mm/s
Tempo entre as compressões	5 s

4.4.10 Análise térmica TG (Termogravimetria) e DSC (Calorimetria Exploratória Diferencial)

Para a realização destas análises foram extraídas amostras de gordura das linguiças segundo Bligh e Dyer (1959).

a) TG – Termogravimetria

Para esta análise foi utilizado um analisador termogravimétrico (TG-DTG 60H, Marca SHIMADZU). A faixa de temperatura foi de 25 a 800 °C, com razão de aquecimento de 10 °C/min, atmosfera inerte (nitrogênio), fluxo de gás 50 mL/min e massa de amostra de gordura entre 10-15 mg.

b) DSC – Calorimetria Exploratória Diferencial

Foi realizada a análise das amostras de gordura foi realizada por calorimetria diferencial de varredura (DSC). O equipamento utilizado foi o analisador térmico (TA INSTRUMENTS, MODELO DSC V4.7A) com razão de aquecimento de 5 °C/min, atmosfera inerte de Nitrogênio (50 mL/min) e faixa de temperatura de 0-80 °C. A massa de amostra de gordura utilizada foi de 10 - 15 mg.

4.5 Avaliação Sensorial

O projeto intitulado “Linguiça mista frescal de baixo teor de gordura com carne de ovelhas de descarte alimentadas com linhaça” foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões- Campus Erechim, sob o parecer nº205/091.

Cada etapa da análise sensorial foi realizada com 80 provadores não-treinados, de ambos os sexos e de diferentes faixas etárias (21 mulheres e 20 homens entre 20 - 40 anos; 22 mulheres e 17 homens entre 40 - 70 anos), consumidores habituais de carne ovina.

Os provadores avaliaram 4 amostras de linguiça elaboradas com carne de ovelhas alimentadas com linhaça por 30 dias no dia de fabricação (zero dia). Outra sessão foi realizada com 80 provadores não-treinados no 14º dia de fabricação das linguiças citadas anteriormente. Foram realizadas da mesma forma as análises sensoriais das linguiças fabricadas com carne de ovelhas alimentadas por 45 e 60 dias, também nos dias 0 e 14º de fabricação.

As amostras de linguiça foram assadas em forno elétrico (Marca Fischer) até atingirem a temperatura de 72 °C, medidos através de termopares inseridos no interior de uma amostra. As amostras de aproximadamente 2 cm de aresta foram distribuídas de forma balanceada em recipientes plásticos codificados com números aleatórios de 3 dígitos (Exemplo: A – 386; B – 149; C – 792 e D – 250), juntamente com a ficha de avaliação (Figura 10) e um copo de água. O experimento sensorial foi conduzido segundo o Teste de Ordenação - Preferência, onde cada provador recebeu 4 amostras de linguiça e deveria ordená-las da menos preferida para a mais preferida (DUTCOSKY, 1996).

NOME: _____	IDADE: _____	DATA: _____
Por favor, prove as amostras de LINGUIÇA da esquerda para a direita e ordene-as da menos preferida para a mais preferida.		
_____	_____	_____
-preferida		+ preferida
COMENTÁRIOS: _____		

Figura 10. Modelo de Ficha para o Teste de Ordenação Preferência das linguiças frescas.

4.6 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, regressão e médias utilizando-se o programa SAEG versão 9.0 (SAEG, 2005) com nível de significância de 95 % ($p < 0,05$).

Os efeitos avaliados foram: período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais, proporção de carne de ovelha na formulação de linguiça mista frescal e período de armazenamento das formulações de linguiça mista frescal.

Para o teor de umidade, cinzas, proteína, lipídios e ácidos graxos apenas o período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais e a proporção de carne de ovelha na formulação de linguiça foram avaliados.

De forma a complementar os dados adquiridos através da análise utilizando o programa SAEG, os parâmetros que apresentaram diferença significativa (exceto os ácidos graxos) foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey com nível de significância de 95 % ($p < 0,05$) utilizando o programa Statistica.[®] 8.0 (STATSOFT, INC). Para essa análise levou-se em consideração apenas os experimentos do planejamento experimental. Foram avaliadas as seguintes respostas: período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais e proporção de carne de ovelha na formulação de linguiça mista frescal.

Os resultados das avaliações sensoriais foram tratados estatisticamente pelo método de Friedman - Tabela de Newell e Mac Farlane (NEWELL e MacFARLANE, 1987) com nível de significância de 5 % ($p < 0,05$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item são apresentados os resultados referentes às características físico-químicas das formulações de linguiça mista frescal (proteína, lipídios, umidade, cinzas, pH, a_w , cor objetiva: L*, a*, b*, cromaticidade), oxidação de lipídios (TBARS), Perfil de Textura (dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade), ácidos graxos, termogravimetria, calorimetria exploratória diferencial e análise sensorial.

5.1 Caracterização das Formulações de Linguiça

5.1.1 Composição Centesimal

A Tabela 7 apresenta os resultados referentes à composição centesimal das formulações de linguiça mista frescal.

Tabela 7. Composição centesimal apresentada pelas formulações de linguiça mista frescal no dia de fabricação.

<i>Formulações</i>	<i>Cinzas</i> (%)	<i>Umidade</i> (%)	<i>Proteína</i> (%)	<i>Lipídios</i> (%)	
100% ovelha	2,8 ± 0,03*	73 ± 0,09	18 ± 0,19	2,8 ± 0,21	
90% ovelha	2,7 ± 0,01	74 ± 0,14	17 ± 0,01	2,8 ± 0,37	
30 dias	80% ovelha	2,8 ± 0,10	75 ± 0,08	17 ± 0,32	2,7 ± 0,12
70% ovelha	2,8 ± 0,23	74 ± 0,19	17 ± 0,27	2,8 ± 0,04	
100% ovelha	2,7 ± 0,09	74 ± 0,03	18 ± 0,09	2,9 ± 0,42	
90% ovelha	2,8 ± 0,01	74 ± 0,01	18 ± 0,14	2,8 ± 0,09	
45 dias	80% ovelha	2,8 ± 0,16	74 ± 0,25	18 ± 0,26	2,9 ± 0,37
70% ovelha	2,8 ± 0,21	74 ± 0,08	18 ± 0,05	2,9 ± 0,14	
100% ovelha	2,8 ± 0,09	75 ± 0,30	18 ± 0,26	2,9 ± 0,01	
90% ovelha	2,8 ± 0,17	74 ± 0,33	18 ± 0,19	2,9 ± 0,28	
60 dias	80% ovelha	2,8 ± 0,31	73 ± 0,01	18 ± 0,01	2,9 ± 0,21
70% ovelha	2,8 ± 0,01	73 ± 0,25	18 ± 0,26	2,9 ± 0,04	

*Média (± desvio padrão).

A análise de regressão realizada com as 12 formulações utilizando o Programa SAEG mostrou que não houve efeito significativo ($p>0,05$) das variáveis período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais e proporção de carne de ovelha no teor de cinzas, umidade, proteína e lipídios das formulações de linguiça.

Verifica-se na Tabela 7 que os valores de cinza variaram entre 2,7 a 2,8 % (m/m), a umidade entre 73 a 75 % (m/m), proteína entre 17 a 18 % (m/m) e lipídios entre 2,7 a 2,9 % (m/m). Estes valores estão de acordo com os reportados por Seabra et al. (2002) e Santos-Junior et al. (2009) em hambúrguer de carne ovina.

Os valores encontrados neste estudo para os teores de proteína e lipídios estão de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade de Qualidade de Linguiça Frescal do MAPA (BRASIL, 2000) que preconiza o mínimo de 12 % (m/m) de proteína e máximo de 30 % (m/m) de gordura.

O mesmo regulamento preconiza para linguiça frescal, o máximo de umidade de 70 %, neste caso, específico verifica-se teores superiores (73 a 75 %, m/m) ao regulamento para as formulações de linguiça frescal.

Segundo o RIISPOA art. 376 o máximo de adição de água em embutidos não submetidos ao cozimento é de 3 %. Nas formulações deste estudo foi adicionado 6 % de água. É fato, que o consumidor exige atualmente produtos com menor teor de gordura. Uma alternativa em embutidos seria a substituição de uma parcela do teor de gordura utilizada na formulação por água ou proteína.

5.1.2 pH

A Tabela 8 apresenta os resultados de pH da linguiça nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.

Tabela 8. Valores de pH da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.

Formulações	pH*								
	0 dia	3ºdia	6ºdia	9ºdia	12ºdia	15ºdia	18ºdia	21ºdia	
30 dias	100% ovelha	5,14 ^e (±0,005)	5,14 ^e (±0,005)	5,16 ^e (±0,005)	5,20 ^d (±0,005)	5,24 ^c (±0,005)	5,25 ^c (±0,005)	5,29 ^b (±0,005)	5,35 ^a (±0,005)
	90% ovelha	5,13 ^f (±0,005)	5,13 ^f (±0,005)	5,16 ^e (±0,005)	5,19 ^d (±0,005)	5,22 ^c (±0,005)	5,24 ^c (±0,005)	5,30 ^b (±0,005)	5,34 ^a (±0,005)
	80% ovelha	5,14 ^e (±0,005)	5,14 ^e (±0,005)	5,15 ^e (±0,005)	5,18 ^d (±0,005)	5,23 ^c (±0,005)	5,29 ^b (±0,005)	5,29 ^b (±0,005)	5,36 ^a (±0,005)
	70% ovelha	5,14 ^f (±0,005)	5,15 ^e (±0,005)	5,15 ^e (±0,005)	5,19 ^d (±0,005)	5,24 ^c (±0,005)	5,30 ^b (±0,005)	5,29 ^b (±0,005)	5,34 ^a (±0,005)
	100% ovelha	5,13 ^g (±0,005)	5,14 ^g (±0,005)	5,17 ^f (±0,005)	5,19 ^e (±0,005)	5,21 ^d (±0,005)	5,24 ^c (±0,005)	5,29 ^b (±0,005)	5,34 ^a (±0,005)
	90% ovelha	5,13 ^f (±0,005)	5,14 ^f (±0,005)	5,17 ^e (±0,005)	5,19 ^e (±0,005)	5,22 ^d (±0,005)	5,24 ^c (±0,005)	5,30 ^b (±0,005)	5,35 ^a (±0,005)
45 dias	80% ovelha	5,14 ^f (±0,005)	5,14 ^f (±0,005)	5,17 ^e (±0,005)	5,18 ^e (±0,005)	5,21 ^d (±0,005)	5,25 ^c (±0,005)	5,31 ^b (±0,005)	5,34 ^a (±0,005)
	70% ovelha	5,14 ^f (±0,005)	5,15 ^f (±0,005)	5,15 ^f (±0,005)	5,19 ^e (±0,005)	5,22 ^d (±0,005)	5,25 ^c (±0,005)	5,29 ^b (±0,005)	5,35 ^a (±0,005)
	100% ovelha	5,15 ^g (±0,005)	5,17 ^f (±0,005)	5,18 ^f (±0,005)	5,20 ^e (±0,005)	5,25 ^d (±0,005)	5,27 ^c (±0,005)	5,32 ^b (±0,005)	5,36 ^a (±0,005)
	90% ovelha	5,15 ^h (±0,005)	5,16 ^g (±0,005)	5,19 ^f (±0,005)	5,21 ^e (±0,005)	5,23 ^d (±0,005)	5,28 ^c (±0,005)	5,32 ^b (±0,005)	5,35 ^a (±0,005)
	80% ovelha	5,13 ^h (±0,005)	5,15 ^g (±0,005)	5,19 ^f (±0,005)	5,22 ^e (±0,005)	5,24 ^d (±0,005)	5,27 ^c (±0,005)	5,34 ^b (±0,005)	5,35 ^a (±0,005)
	70% ovelha	5,13 ^f (±0,005)	5,14 ^f (±0,005)	5,19 ^e (±0,005)	5,20 ^e (±0,005)	5,24 ^d (±0,005)	5,28 ^c (±0,005)	5,33 ^b (±0,005)	5,37 ^a (±0,005)

* Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a nível de 5%

**Média (± desvio padrão); CV (%)= coeficiente de variação=0,19; R²= 0,97.

Através da análise de regressão das 12 formulações desenvolvidas utilizando o programa SAEG, observou-se que os valores de pH foram positivamente ($p < 0,05$) correlacionados ($r = 0,98$) com o período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais e com o período de armazenamento das formulações de linguiça (Equação 3), ou seja, conforme maior período de alimentação e o período de armazenamento das formulações, há uma tendência de incremento nos valores de pH.

$$y = 5,224 + 0,5200 \cdot X_1 + 0,1033 \cdot X_3 \quad (3)$$

Onde: $y = \text{pH}$; $X_1 = \text{Período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais (dias)}$; $X_3 = \text{Período de armazenamento (dias)}$.

Inicialmente, as formulações apresentaram valores entre 5,13 a 5,15 e após 21 dias de armazenamento os teores apresentaram-se entre 5,34 a 5,37. Possivelmente, o incremento esteja associado à reações proteolíticas que ocorrem na linguiça durante o armazenamento, com liberação de produtos com natureza alcalina (NH_3 , aminas, diaminas) e consequente aumento de pH (NYCHAS et al., 1998). Isso ocorre principalmente devido ao aumento da população de bactérias gram-negativas como as *Enterobacteriaceae* e *Pseudomonas* (VERMA e SAHOO, 2000).

O pH da carne de ovinos geralmente é menor do que da carne bovina e suína e quanto à idade a carne ovina possui tendência a ter pHs mais baixos a maiores idades (SAÑUDO e SIERRA, 1982; SAÑUDO, 1991).

Toohey et al. (2013) citam valores médios de pH entre 5,80 a 5,85 após 5 dias para carne de cordeiros com aproximadamente 10 meses de idade. Rota et al. (2006) encontraram valores de pH de 5,53 após 24 h na carcaça de ovinos abatidos com 360 dias. François (2009) encontrou valores de pH 5,65 após 15 h de abate de ovelhas de descarte.

De forma a complementar a análise dos resultados realizou-se a análise estatística dos experimentos do planejamento fatorial (Tabela 4) através do programa Statística. Os resultados mostraram que para os dias zero, 3, 6, 9 e 12 de armazenamento não houve efeito significativo ($p > 0,05$) do período de alimentação com linhaça e da proporção de carne de ovelha para o parâmetro pH.

A Figura 11 representa o gráfico de pareto com os efeitos estimados (valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento fatorial 2^2 para o pH das formulações no 15º dia de armazenamento.

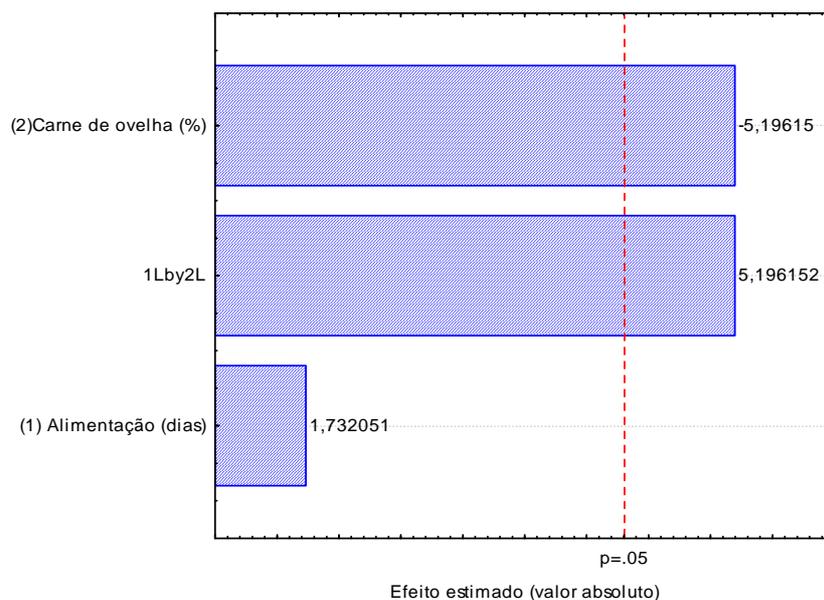


Figura 11. Gráfico de pareto com os efeitos estimados (valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento fatorial 2^2 para o pH das formulações no 15º dia de armazenamento.

Analisando o gráfico de pareto percebe-se que para o 15º dia de armazenamento das linguiças ocorreu efeito significativo da interação período de alimentação x proporção de carne de ovelha nos valores de pH. É possível notar que a interação proporciona um aumento nos valores do pH. Na literatura não foi encontrados dados sobre a mudança de pH da carne de animais alimentados com oleaginosas no decorrer do período de alimentação.

De acordo com a Tabela 9 para o 18º dia de armazenamento da linguiça ocorreu efeito significativo do período de alimentação das ovelhas nos valores de pH, demonstrando que à medida que se aumenta o período de alimentação com linhaça, ocorre um incremento nos valores de pH das formulações.

Tabela 9. Coeficientes para a resposta pH (18º dia) da linguiça mista frescal.

	Coefficiente de Regressão	Erro Padrão	t(2)	P
Média/Interação	5,308	0,002	2.432,69	<0,001
(1) Alimentação	0,015	0,002	5,196	0,035*
(2) Ovelha	<0,001	0,002	<0,001	1,000
1X2	-0,005	0,002	-1,732	0,225

* Significância de 95 %.

Tabela 10. Análise de Variância (ANOVA) para a resposta pH (18° dia) da linguiça mista frescal.

Fonte de variação	Soma quadrática	GL	Média quadrática	F calculado
Regressão	<0,001	1	<0,001	24,230
Resíduo	<0,001	5	<0,001	
Falta de ajuste	<0,001	3		
Erro puro	<0,001	2		
Total	0,001	6		

A Equação 4 apresenta o modelo codificado de primeira ordem, que descreve o pH no 18º dia de armazenamento em função das variáveis analisadas (período de alimentação com linhaça e proporção de carne de ovelha), dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância (Tabela 10), onde se obteve um coeficiente de correlação de 0,91 e o F calculado de 4 vezes maior que o valor tabelado (6,61), os quais permitiram a construção da curva de contorno apresentadas na Figura 13.

$$\text{pH (18º dia)} = 5,308 + 0,015.X_1 \quad (4)$$

Onde: X_1 = Período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais (dias); Coeficiente de correlação $R^2 = 0,91$

A Figura 12 representa a curva de contorno para os valores de pH das formulações no 18º dia de armazenamento que correlaciona as variáveis independentes (período de alimentação e proporção de carne de ovelha), com a variável dependente pH facilitando a visualização do comportamento das mesmas.

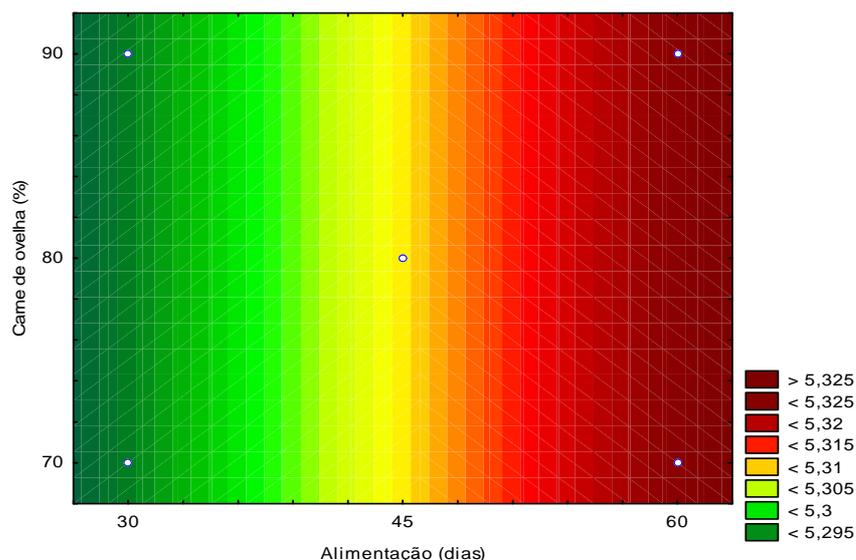


Figura 12. Curva de contorno para o pH das formulações no 18º dia de armazenamento em função das variáveis período (dias) de alimentação com linhaça e proporção de carne de ovelha.

Observa-se na curva de contorno (Figura 12) que para o pH (18º dia) à medida que se aumenta o período de alimentação dos animais com linhaça maiores são os valores de pH da linguiça.

DIAS et al. (2006) obtiveram valores de pH entre 6,21 a 6,30 em linguiça frescal de carne caprina de descarte. ALVES (2009) avaliando o comportamento de linguiça toscana suína refrigerada com diferentes concentrações de extrato aquoso de própolis reportaram um acréscimo de pH de 5,45 a 5,62 no primeiro dia de armazenamento para 6,63 a 6,98 após 27 dias. Semelhante comportamento de pH foi descrito por Georgantelis et al. (2007), em um estudo com linguiça suína armazenada a 4°C por 20 dias.

Estes resultados diferem dos encontrados por Paulino et al. (2006), que avaliando linguiça suína tipo toscana com reduzido teor de gordura encontraram valores médios de pH entre 5,51 a 5,99, sendo que estes valores tiveram um declínio até o último dia de análise. Papadima e Bloukas (1999) em estudo com linguiças frescas obtiveram pH inicial de 6,24 a 6,48 sendo que no 14º dia o pH encontrou-se próximo a 5,2.

Tais diferenças nos valores de pH encontrados por essa pesquisa e os valores encontrados na literatura podem ser consideradas normais, pois segundo Lawrie (2005) a constituição da carne dos animais é afetada pela espécie, sexo, idade, nutrição e ambiente.

Mesmo ocorrendo um aumento do pH das linguças com o passar dos dias, o mesmo ainda pode ser considerado ácido (5,34 a 5,37). O pH da linguça refrigerada, além de exercer influência direta sobre sua conservação, está diretamente relacionado à sua coloração e sabor. O pH deve ser suficientemente ácido para facilitar a produção de óxido de nitrogênio a partir do nitrito que combinado com a mioglobina produzirá a coloração rósea típica da linguça (HAMMES et al., 1990; COVENTRY e HICKEY, 1991).

5.1.3 a_w

Na Tabela 11 apresentam-se os valores de a_w da linguça mista frescal no decorrer dos dias de armazenamento.

Tabela 11. Valores de a_w da linguça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.

Formulações	a _w *								
	0 dia	3º dia	6º dia	9º dia	12º dia	15º dia	18º dia	21º dia	
30 dias	100%	0,939 ^a	0,938 ^{ab}	0,937 ^{ab}	0,936 ^b	0,932 ^c	0,927 ^d	0,929 ^d	0,927 ^d
	ovelha	(±0,001)	(±0,001)	(±0,005)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)
	90%	0,938 ^a	0,938 ^a	0,938 ^a	0,937 ^{ab}	0,935 ^b	0,931 ^c	0,930 ^c	0,930 ^c
	ovelha	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)
	80%	0,939 ^a	0,939 ^{ab}	0,937 ^b	0,937 ^b	0,934 ^c	0,934 ^c	0,929 ^d	0,930 ^d
	ovelha	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)
45 dias	70%	0,939 ^a	0,939 ^a	0,938 ^a	0,939 ^a	0,930 ^b	0,929 ^c	0,929 ^c	0,927 ^c
	ovelha	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)
	100%	0,939 ^a	0,939 ^a	0,938 ^{ab}	0,936 ^{bc}	0,935 ^{cd}	0,934 ^d	0,932 ^e	0,931 ^e
	ovelha	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)
	90%	0,938 ^a	0,937 ^a	0,935 ^{ab}	0,936 ^{ab}	0,933 ^{bc}	0,930 ^{cd}	0,928 ^d	0,927 ^d
	ovelha	(±0,001)	(±0,001)	(±0,002)	(±0,001)	(±0,002)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)
60 dias	80%	0,937 ^a	0,937 ^a	0,935 ^{ab}	0,934 ^{bc}	0,935 ^c	0,931 ^d	0,929 ^e	0,929 ^e
	ovelha	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)
	70%	0,938 ^a	0,939 ^a	0,937 ^{ab}	0,936 ^{bc}	0,935 ^c	0,932 ^d	0,929 ^e	0,928 ^e
	ovelha	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)
	100%	0,938 ^a	0,937 ^a	0,937 ^a	0,933 ^{bc}	0,935 ^{cd}	0,933 ^d	0,928 ^e	0,927 ^e
	ovelha	(±0,005)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)
60 dias	90%	0,939 ^a	0,938 ^{ab}	0,936 ^b	0,934 ^c	0,933 ^c	0,931 ^d	0,927 ^e	0,927 ^e
	ovelha	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)
	80%	0,937 ^a	0,935 ^{ab}	0,933 ^{ab}	0,935 ^{bc}	0,931 ^{cd}	0,931 ^{cd}	0,930 ^d	0,928 ^e
	ovelha	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)
	70%	0,939 ^a	0,938 ^a	0,939 ^{ab}	0,937 ^{bc}	0,936 ^{bc}	0,935 ^{cd}	0,934 ^d	0,930 ^e
	ovelha	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)	(±0,001)

* Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a nível de 5%.

**Média (± desvio padrão); CV (%) = coeficiente de variação = 0,141; R² = 0,97

A atividade de água (a_w) é um parâmetro importante na conservação de alimentos, já que o seu valor pode servir de indicador para o controle das alterações de origem microbiológicas e físico-químicas que possam ocorrer nos alimentos. Alimentos com alto valor de atividade de água (maior que 0,85)

podem apresentar maior proliferação de microorganismos e, portanto, faz-se necessário o seu armazenamento sob temperatura de refrigeração (JAY, 2005).

Os valores de a_w neste estudo, variaram de 0,937 a 0,939 no dia de fabricação à 0,927 a 0,930 no 21º dia de armazenamento.

Com relação à análise dos efeitos relatados na regressão (Equação 5), o período de armazenamento das formulações apresentou efeito linear significativo negativo ($r=0,98$, $p<0,05$), portanto, quanto maior o período de armazenamento da linguiça, menores serão os valores de a_w .

$$y = 0,933 - 0,1168 \cdot X_3 \quad (5)$$

Onde: $y = a_w$; $X_3 =$ Período de armazenamento (dias).

Este decréscimo nos valores de a_w durante o período de armazenamento pode ter ocorrido devido à sinérese ocorrida, pois observou-se visualmente saída de líquido na embalagem durante o armazenamento.

As variáveis período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais (dias) e proporção de carne de ovelha não apresentaram efeito significativo nos valores de a_w .

Os valores apresentados para a a_w concordam com Paulino et al. (2006), que relataram a diminuição dos valores de a_w em linguiça suína de 0,93 no 1º dia de fabricação para 0,89 no 28º dia. DIAS et al. (2006) em linguiça frescal caprina apresentam valores de a_w entre 0,948 e 0,967.

5.1.4 TBARS

A oxidação é um dos principais fatores envolvidos na deterioração dos componentes lipídicos da carne, sobretudo dos ácidos graxos insaturados, em virtude da presença de duplas ligações. À medida que as duplas ligações aumentam mais curto é o tempo de conservação das gorduras (MAGGIONI et al., 2008).

A Tabela 12 apresenta os valores de oxidação de lipídios (TBARS) das formulações com o decorrer do período de armazenamento.

Tabela 12. Valores de TBARS (mg malonaldeído/kg) da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.

Formulações	TBARS ((mg malonaldeído/kg)								
	0 dia	3º dia	6º dia	9º dia	12º dia	15º dia	18º dia	21º dia	
30 dias	100% ovelha	0,59 ^e (±0,012)	0,60 ^e (±0,068)	0,67 ^{de} (±0,081)	0,65 ^{de} (±0,047)	0,77 ^{cd} (±0,080)	0,81 ^c (±0,007)	0,96 ^b (±0,006)	1,16 ^a (±0,091)
	90% ovelha	0,47 ^d (±0,081)	0,60 ^{cd} (±0,046)	0,68 ^{bc} (±0,048)	0,69 ^{bc} (±0,027)	0,80 ^{bc} (±0,046)	0,87 ^{ab} (±0,160)	0,90 ^{ab} (±0,046)	0,98 ^a (±0,063)
	80% ovelha	0,53 ^e (±0,023)	0,61 ^{de} (±0,044)	0,69 ^d (±0,010)	0,71 ^{cd} (±0,007)	0,81 ^{bc} (±0,026)	0,89 ^{ab} (±0,007)	0,93 ^{ab} (±0,026)	0,92 ^a (±0,127)
	70% ovelha	0,50 ^c (±0,033)	0,49 ^c (±0,046)	0,77 ^b (±0,018)	0,85 ^{ab} (±0,158)	0,90 ^{ab} (±0,063)	0,93 ^{ab} (±0,151)	0,99 ^a (±0,029)	1,02 ^a (±0,051)
	100% ovelha	0,45 ^d (±0,034)	0,54 ^d (±0,038)	0,49 ^d (±0,032)	0,79 ^c (±0,050)	0,81 ^{bc} (±0,005)	0,85 ^{abc} (±0,111)	1,00 ^a (±0,025)	0,90 ^{ab} (±0,105)
	90% ovelha	0,47 ^f (±0,021)	0,45 ^f (±0,001)	0,67 ^e (±0,013)	0,72 ^{de} (±0,044)	0,80 ^{cd} (±0,046)	0,87 ^{bc} (±0,081)	0,92 ^{ab} (±0,035)	0,99 ^a (±0,057)
45 dias	80% ovelha	0,47 ^d (±0,003)	0,47 ^d (±0,017)	0,65 ^c (±0,070)	0,73 ^{bc} (±0,024)	0,87 ^{ab} (±0,050)	0,91 ^a (±0,136)	0,93 ^a (±0,024)	0,95 ^a (±0,030)
	70% ovelha	0,45 ^e (±0,028)	0,54 ^d (±0,010)	0,58 ^d (±0,057)	0,59 ^d (±0,057)	0,66 ^c (±0,025)	0,72 ^c (±0,025)	0,79 ^b (±0,045)	0,93 ^a (±0,035)
	100% ovelha	0,33 ^f (±0,011)	0,45 ^e (±0,034)	0,67 ^d (±0,051)	0,79 ^{cd} (±0,110)	0,99 ^b (±0,078)	0,86 ^c (±0,040)	1,21 ^{ab} (±0,022)	1,14 ^a (±0,097)
	90% ovelha	0,47 ^f (±0,034)	0,47 ^f (±0,027)	0,64 ^{de} (±0,062)	0,75 ^{cd} (±0,073)	0,59 ^e (±0,038)	0,84 ^{bc} (±0,035)	0,85 ^b (±0,056)	1,04 ^a (±0,051)
60 dias	80% ovelha	0,49 ^c (±0,007)	0,46 ^c (±0,026)	0,49 ^{bc} (±0,070)	0,53 ^{bc} (±0,021)	0,57 ^{bc} (±0,062)	0,64 ^b (±0,094)	0,79 ^a (±0,037)	0,81 ^a (±0,035)
	70% ovelha	0,46 ^d (±0,063)	0,44 ^d (±0,037)	0,67 ^{cd} (±0,363)	0,87 ^{abc} (±0,033)	0,94 ^{abc} (±0,024)	0,80 ^{bc} (±0,115)	1,02 ^{ab} (±0,035)	1,09 ^a (±0,049)

* Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a nível de 5%.

**Média (± desvio padrão); CV (%) = coeficiente de variação =10,83; R² =0,99

Com relação à análise dos efeitos a equação (Equação 6) de regressão mostra correlação positiva ($r = 0,99$, $p < 0,05$), do período de armazenamento das formulações, ou seja, conforme o passar do tempo de armazenamento aumenta-se os valores de TBARS das formulações de linguiça. Porém, os valores, em média, foram inferiores a 1,2 mg malonaldeído/Kg no 21º dia de armazenamento.

$$y = 0,7156 + 0,2543 \cdot X_3 \quad (6)$$

Onde: y = TBARS (mg malonaldeído/kg); X_3 = Período de armazenamento (dias)

A proporção de carne de ovelha e o período de alimentação com linhaça não apresentaram efeito significativo para os valores de TBARS. O que está de acordo com Matthews et al. (2000), que avaliando a inclusão de 50 e 100 g de linhaça/kg na ração de suínos, concluíram que não houve efeito significativo para os valores de TBARS da carne com a inclusão de linhaça comparada ao controle sem linhaça.

Segundo Torres e Okani (1997) valores de TBARS até 1,59 mg de aldeído malônico/kg de amostra são considerados baixos para serem percebidos por análise sensorial e não causam alarme para a saúde do ser humano.

A análise estatística do planejamento fatorial mostrou que apenas para os dias zero, 9 e 18 de armazenamento houve efeito significativo ($p < 0,05$) do período de alimentação com linhaça e da proporção de carne de ovelha para os valores de TBARS.

De acordo com a Tabela 13 para o zero dia de armazenamento ocorreu efeito significativo do período de alimentação das ovelhas e da proporção de carne de ovelha nos valores de TBARS, mostrando que quanto menor o período de alimentação e proporção de carne de ovelha, maiores são os valores de TBARS.

Tabela 13. Coeficientes para a resposta TBARS (zero dia) da linguiça mista frescal.

	Coeficiente de Regressão	Erro Padrão	t(2)	P
Média/Interação	0,475	<0,001	546,86	<0,001
(1) Alimentação	-0,010	0,001	-8,69	0,012*
(2) Ovelha	-0,005	0,001	-4,34	0,049*
1X2	0,010	0,001	8,69	0,012*

* Significância de 95 %.

A Tabela 14 apresenta a ANOVA para a resposta TBARS no zero dia de armazenamento das linguiças. O teste-F assegurou a validade do modelo. Assim, utilizando este modelo para construção da curva de contorno (Figura 14) permite-se a visualização de TBARS em função das variáveis testadas.

Tabela 14. Análise de Variância (ANOVA) para a resposta TBARS (zero dia) da linguiça mista frescal.

Fonte de variação	Soma quadrática	GL	Média quadrática	F calculado
Regressão	<0,001	3	<0,001	67,725
Resíduo	<0,001	3	<0,001	
Falta de ajuste	<0,001	1		
Erro puro	<0,001	2		
Total	<0,001	6		

A Equação 7 apresenta o modelo codificado de primeira ordem, que descreve o TBARS no 18º dia de armazenamento em função das variáveis analisadas (período de alimentação com linhaça e proporção de carne de ovelha), dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância (Tabela 14), onde obteve-se um coeficiente de correlação de 0,94 e o F calculado de 7 vezes maior que o valor tabelado (9,28), os quais permitiram a construção da curva de contorno apresentadas na Figura 14.

$$\text{TBARS (zero dia)} = 0,476 - 0,010 \cdot X_1 + 0,010 \cdot X_1 \cdot X_2 \quad (7)$$

Onde: X_1 = Período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais (dias); X_2 = Proporção de carne de ovelha (%); Coeficiente de correlação $R^2 = 0,90$

Analisando a curva de contorno apresentada na Figura 13 percebe-se que à medida que diminui a proporção de carne de ovelha e o período de alimentação com linhaça, maiores são os valores de TBARS (zero dia).

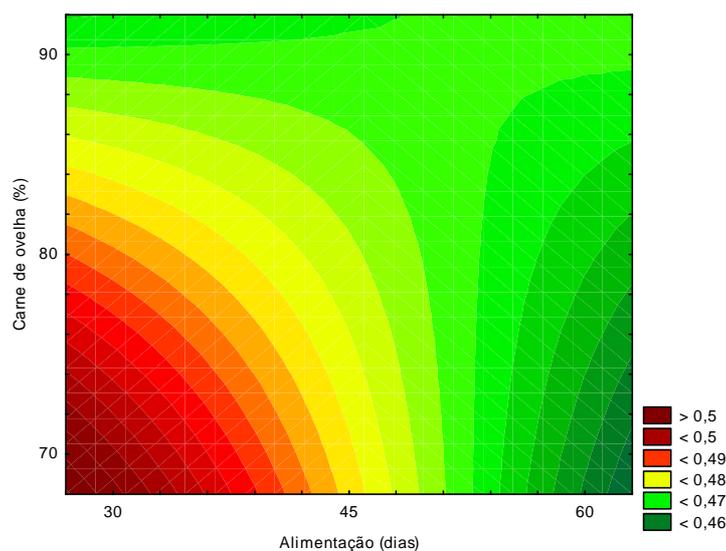


Figura 13. Curva de contorno considerando a variável de saída TBARS (zero dia) em função das variáveis alimentação (dias) e % carne de ovelha.

De acordo com a Tabela 15 para o 9º dia ocorreu efeito significativo do da proporção de carne de ovelha nos valores de TBARS mostrando que quanto menor a proporção de carne de ovelha, maiores são os valores de TBARS.

Tabela 15. Coeficientes para a resposta TBARS (9º dia) da linguiça mista fresca.

	Coeficiente de Regressão	Erro Padrão	t (2)	P
Média/Interação	0,766	0,006	118,08	<0,001
(1) Alimentação	0,020	0,008	2,32	0,145
(2) Ovelha	-0,070	0,008	-8,15	0,014*
1X2	0,010	0,008	1,16	0,364

* Significância de 95 %.

A Tabela 16 apresenta a ANOVA para a resposta TBARS (9º dia) da linguiça mista fresca. O teste-F assegurou a validade do modelo. Assim, utilizando este modelo para a construção da curva de contorno permite-se a visualização de TBARS em função das variáveis testadas.

Tabela 16. Análise de Variância (ANOVA) para a resposta TBARS (9º dia) da linguiça mista frescal.

Fonte de variação	Soma quadrática	GL	Média quadrática	F calculado
Regressão	0,019	1	0,019	12,712
Resíduo	0,007	5	0,001	
Falta de ajuste	0,007	3		
Erro puro	<0,001	2		
Total	0,027	6		

A Equação 8 apresenta o modelo codificado de primeira ordem, que descreve o TBARS no 9º dia de armazenamento em função das variáveis analisadas (período de alimentação com linhaça e proporção de carne de ovelha), dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância (Tabela 16), onde obteve-se um coeficiente de correlação de 0,95 e o F calculado de 2 vezes maior que o valor tabelado (6,60), os quais permitiram a construção da curva de contorno apresentadas na Figura 15.

$$\text{TBARS (9º dia)} = 0,766 - 0,070.X_2 \quad (8)$$

Onde: X_2 = Proporção de carne de ovelha (%); Coeficiente de correlação $R^2 = 0,90$

A Figura 14 representa a curva de contorno que correlaciona as variáveis independentes alimentação (dias) e % carne de ovelha, com a variável dependente TBARS (9º dia) facilitando a visualização do comportamento das mesmas.

Através da interpretação da curva de contorno (Figura 14) pode-se observar que nas menores proporções de carne de ovelha encontram-se os maiores valores de TBARS (9º dia).

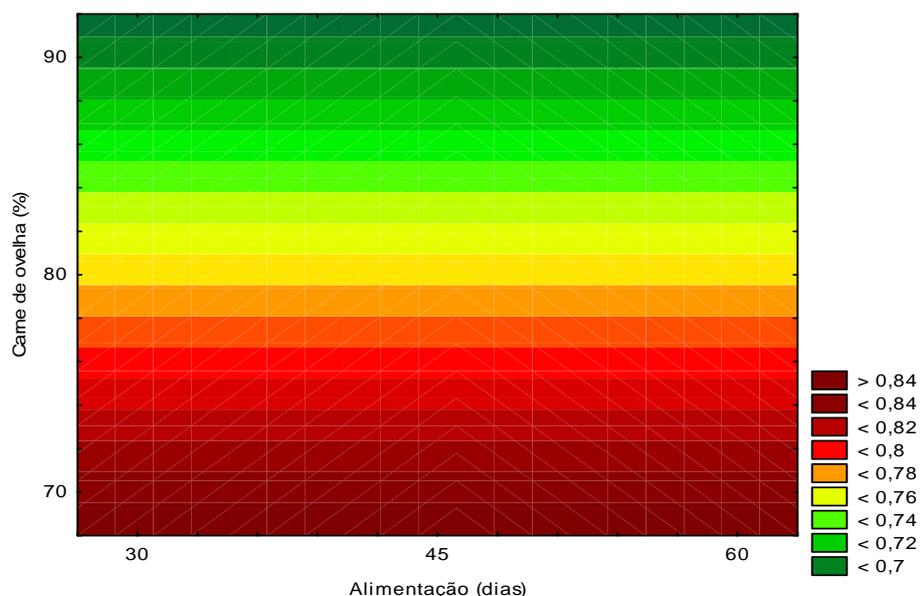


Figura 14. Curvas de contorno considerando a variável de saída TBARS (9º dia) em função das variáveis período de alimentação (dias) e proporção de carne de ovelha (%).

Na Tabela 17 observa-se o efeito das variáveis período de alimentação e proporção de carne de ovelha na resposta TBARS no 18º dia de armazenamento das formulações da linguiça. Verifica-se que houve efeito significativo ($p < 0,05$), para a proporção de carne de ovelha (%).

Tabela 17. Coeficientes para a resposta TBARS (18º dia) da linguiça mista frescal.

	Coefficiente De Regressão	Erro Padrão	t (2)	p
Média/Interação	0,936	0,006	142,22	<0,001
(1) Alimentação	-0,005	0,008	-0,57	0,624
(2) Ovelha	-0,065	0,008	-7,45	0,017*
1X2	-0,020	0,008	-2,29	0,148

* Significância de 95 %.

A Tabela 18 apresenta a ANOVA para a resposta TBARS no 18º dia de armazenamento das formulações. O teste F assegurou a validade do modelo. Assim, utilizando este modelo para construção da curva de contorno permite-se a visualização de TBARS (18º dia) em função das variáveis testadas.

Tabela 18. Análise de Variância (ANOVA) para a resposta TBARS (18° dia) da linguiça mista frescal.

Fonte de variação	Soma quadrática	GL	Média quadrática	F calculado
Regressão	0,016	1	0,016	35,238
Resíduo	0,002	5	<0,001*	
Falta de ajuste	0,001	3		
Erro puro	<0,001	2		
Total	0,019	6		

A Equação 9 apresenta o modelo codificado de primeira ordem, que descreve o TBARS no 18º dia de armazenamento em função das variáveis analisadas (período de alimentação com linhaça e proporção de carne de ovelha), dentro das faixas estudadas. O modelo foi validado pela análise de variância (Tabela 18), onde obteve-se um coeficiente de correlação de 0,94 e o F calculado de 5 vezes maior que o valor tabelado (6,60), os quais permitiram a construção da curva de contorno apresentadas na Figura 15. Observa-se na curva de contorno (Figura 15) que nas menores proporções de carne de ovelha maior são os valores de TBARS.

$$\text{TBARS (18º dia)} = 0,936 - 0,065.X_2 \quad (9)$$

Onde: X_2 = Proporção de carne de ovelha (%); Coeficiente de correlação $R^2 = 0,90$

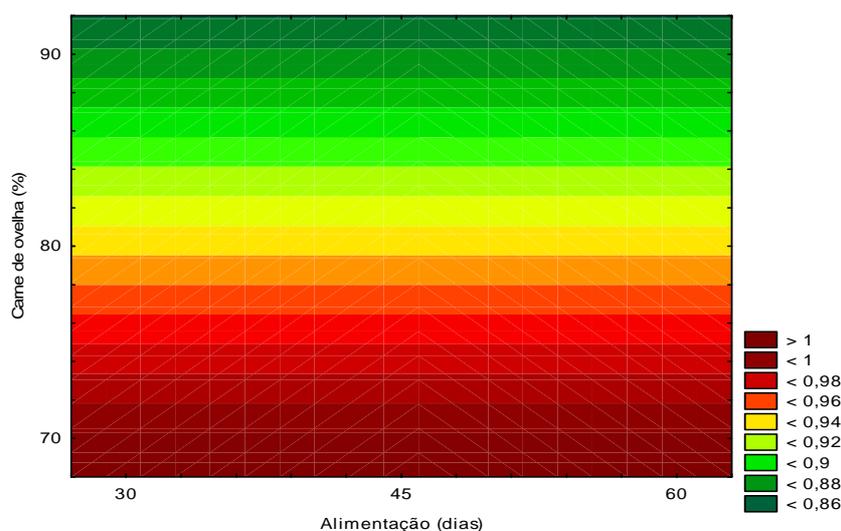


Figura 15. Curva de contorno para o teor de TBARS no 18º dia de armazenamento em função das variáveis período de alimentação (dias) e proporção de carne de ovelha (%).

Os valores de TBARS apresentados estão de acordo com Paulino et al. (2006) que relatam valores de TBARS próximos a 0,54 mg malonaldeído/Kg no dia de fabricação de linguiças suínas e 0,60 mg malonaldeído/Kg no 14º dia de armazenamento. Souza et al. (2005), avaliando embutido fresco de carne ovina apresentaram valores de 1,39 a 1,70 mg malonaldeído/Kg.

5.2 Determinação dos parâmetros de cor L*, a*, b* e cromaticidade

Na Tabela 19 podem ser visualizados os resultados encontrados para o índice de cor L* da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.

O parâmetro "L" mensura a luminosidade do produto e quanto menores forem tais valores, mais opaca é a cor da amostra. O parâmetro "a" representa a coloração vermelha da carne e o valor "b" indica a variação da cor na tonalidade amarela. Assim, para que a coloração dos produtos cárneos permaneça com o tom de vermelho desejado, é esperado que os valores de "b" na amostra sejam baixos e "a" elevados.

Tabela 19. Valores de L* da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.

		Cor L*				
Formulações		0 dia	5º dia	10º dia	15º dia	20º dia
30 dias	100% Ovelha	31,55 ^b (±0,272)	31,73 ^b (±0,219)	31,28 ^b (±0,264)	33,33 ^a (±0,608)	31,72 ^b (±0,241)
	90% ovelha	33,36 ^b (±0,084)	33,55 ^b (±0,452)	32,09 ^c (±0,607)	34,87 ^a (±0,195)	33,98 ^b (±0,155)
	80% ovelha	30,77 ^{bc} (±0,205)	31,60 ^b (±0,261)	30,30 ^c (±0,495)	31,36 ^b (±0,459)	33,39 ^a (±0,381)
	70% ovelha	33,33 ^a (±0,127)	30,61 ^a (±0,728)	31,28 ^a (±0,374)	33,69 ^a (±0,191)	32,66 ^a (±0,195)
	100% ovelha	31,33 ^b (±0,125)	31,13 ^b (±0,141)	31,86 ^a (±0,777)	33,81 ^a (±0,125)	34,35 ^a (±0,748)
	90% ovelha	31,83 ^b (±0,091)	32,82 ^{ab} (±0,862)	33,64 ^a (±0,703)	33,84 ^a (±0,197)	33,08 ^{ab} (±0,820)
45 dias	80% ovelha	31,08 ^b (±0,035)	31,31 ^{ab} (±0,270)	31,80 ^{ab} (±0,070)	31,90 ^{ab} (±0,106)	32,42 ^a (±0,913)
	70% ovelha	31,75 ^{ab} (±0,113)	31,74 ^a (±0,145)	30,42 ^b (±0,643)	31,49 ^{ab} (±0,235)	32,41 ^a (±0,733)
	100% ovelha	29,35 ^b (±0,021)	29,50 ^b (±0,098)	29,46 ^b (±0,703)	30,76 ^{ab} (±0,325)	32,29 ^a (±0,832)
	90% ovelha	31,29 ^c (±0,035)	31,58 ^c (±0,293)	33,23 ^b (±0,385)	33,81 ^b (±0,261)	35,41 ^a (±0,937)
60 dias	80% ovelha	29,12 ^c (±0,056)	29,62 ^{bc} (±0,388)	31,10 ^{abc} (±0,930)	31,16 ^{ab} (±0,487)	31,78 ^a (±0,955)
	70% ovelha	31,68 ^b (±0,140)	32,73 ^{ab} (±0,149)	32,68 ^{ab} (±0,723)	32,92 ^{ab} (±0,527)	33,96 ^a (±0,932)
	90% ovelha					

* Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a nível de 5%.

**Média (± desvio padrão); CV (%)=coeficiente de variação =2,38; R²=0,99.

A Equação 10 mostra que para os valores de L* houve efeito cúbico significativo positivo ($r = 0,99$, $p < 0,05$), para a proporção de carne de ovelha na formulação de linguiça. Houve também efeito linear significativo positivo ($r = 0,99$, $p < 0,05$), do período de armazenamento das formulações de linguiça para os valores de L*, ou seja, quanto maior o período de armazenamento, maiores os valores de L*.

$$y = 32,22 + 0,2252 \cdot X_2^3 + 0,9506 \cdot X_3 \quad (10)$$

Onde: $y = L^*$; $X_2 =$ Proporção de carne de ovelha (%); $X_3 =$ Período de armazenamento (dias).

A medida dos parâmetros de cor L*, a*, b* de produtos cárneos como linguiça frescal são difíceis de serem realizadas, devido ao fato da massa não ser homogênea, sendo que a leitura dos parâmetros em algumas amostras pode ser realizada em pontos com maior ou menor teor de gordura resultando assim, em uma grande variação nos resultados. Talvez por este motivo a análise estatística tenha apresentado valores cúbicos difíceis de serem explicados.

Os valores encontrados para L* em todas as formulações durante os 20 dias de armazenamento ficaram entre 29 a 35. Pinheiro et al. (2009), mostraram para o músculo *Triceps brachii* de ovinos de descarte valor médio de 34,64 para o parâmetro L*. Santos-Junior et al. (2009) e Seabra et al. (2002) ao avaliarem o parâmetros L* de hambúrguer de ovinos de descarte obtiveram valores entre 43,28 a 51,27 e 37,67 a 42,89, respectivamente.

Segundo Sánchez-Rodríguez e Santos (2001) os teores de umidade e de lipídios têm influência considerável nos valores do parâmetro de cor L*. Como as linguiças desenvolvidas não apresentaram diferença estatística para os teores de umidade e gordura, avalia-se que estes parâmetros não influenciaram os valores de L*.

A análise estatística do planejamento fatorial mostrou que para os dias 5, 10 e 20 de armazenamento não houve efeito significativo ($p > 0,05$) do período de alimentação com linhaça e da proporção de carne de ovelha para o parâmetro L*.

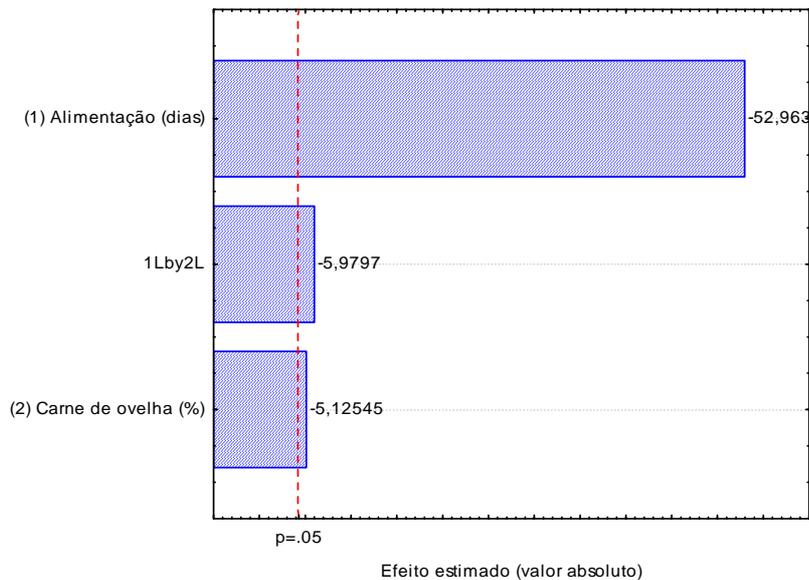


Figura 16. Gráfico de Pareto considerando a variável de saída L* (zero dia) em função das variáveis período de alimentação (dias) e proporção de carne de ovelha (%).

Para o zero dia (Figura 16) ocorreu efeito significativo negativo da proporção de carne, período de alimentação e da interação período de alimentação x proporção de carne de ovelha nos valores de L*, mostrando que quanto maior a proporção de carne, maior período de alimentação e a interação entre as duas, menores são os valores de L*. Uma possível explicação para esse fato pode estar relacionada ao peso dos animais, pois de acordo com Bonagurio et al. (2003) a luminosidade da carne diminui com o aumento do peso de abate dos animais. Assim, os animais abatidos com 60 dias de alimentação com linhaça por possuírem peso maior que os de 30 dias de alimentação, podem ter influenciado na diminuição de L* das amostras.

A Figura 17 apresenta o gráfico de Pareto para L* (15° dia). Observa-se que conforme maior a proporção de carne de ovelha maior o valor de L*, enquanto que maior o período de alimentação menores são os valores de L*.

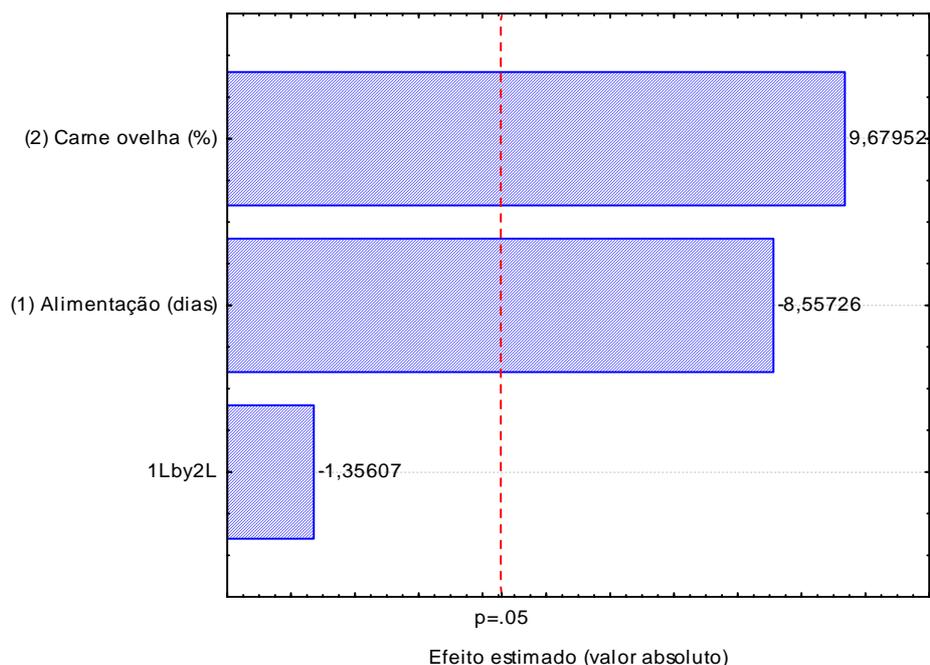


Figura 17. Gráfico de pareto considerando a variável de saída L* (15º dia) em função das variáveis alimentação (dias) e % ovelha.

A Tabela 20 apresenta os valores do índice de cor a* das formulações de linguiça mista frescal com o decorrer do período de armazenamento.

Tabela 20. Valores de a* da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.

Formulações	Cor a*					
	0 dia	5º dia	10º dia	15º dia	20º dia	
30 dias	100% ovelha	16,05 ^c (±0,098)	17,08 ^{ab} (±0,433)	16,70 ^{bc} (±0,278)	17,71 ^a (±0,392)	16,44 ^{bc} (±0,455)
	90% ovelha	19,01 ^a (±0,021)	18,29 ^{ab} (±0,240)	17,64 ^b (±0,374)	16,76 ^c (±0,247)	18,63 ^a (±0,417)
	80% ovelha	15,39 ^c (±0,095)	15,25 ^c (±0,261)	16,67 ^b (±0,251)	17,32 ^a (±0,272)	17,63 ^a (±0,321)
	70% ovelha	17,47 ^b (±0,080)	17,79 ^{ab} (±0,661)	17,59 ^{ab} (±0,245)	18,59 ^a (±0,308)	17,36 ^b (±0,410)
	100% ovelha	16,61 ^b (±0,247)	16,64 ^b (±0,205)	17,73 ^a (±0,353)	18,35 ^a (±0,169)	16,75 ^b (±0,883)
	90% ovelha	17,25 ^b (±0,098)	17,42 ^b (±0,172)	18,79 ^a (±0,212)	18,51 ^a (±0,457)	18,32 ^a (±0,177)
45 dias	80% ovelha	15,29 ^c (±0,080)	15,69 ^{bc} (±0,304)	15,41 ^c (±0,361)	16,34 ^b (±0,183)	17,37 ^a (±0,606)
	70% ovelha	16,93 ^{bc} (±0,035)	17,45 ^{ab} (±0,249)	17,20 ^{abc} (±0,494)	16,43 ^c (±0,440)	18,09 ^a (±0,763)
	100% ovelha	18,12 ^b (±0,030)	18,20 ^b (±0,428)	16,41 ^c (±0,106)	18,87 ^b (±0,502)	21,04 ^a (±0,431)
	90% ovelha	17,43 ^{ab} (±0,240)	17,41 ^{ab} (±0,021)	17,19 ^b (±0,332)	18,05 ^a (±0,240)	17,46 ^b (±0,466)
60 dias	80% ovelha	16,63 ^b (±0,384)	16,15 ^b (±0,073)	16,54 ^b (±0,596)	18,25 ^a (±0,289)	19,18 ^a (±0,756)
	70% ovelha	15,05 ^d (±0,070)	15,57 ^d (±0,375)	17,20 ^c (±0,688)	20,30 ^a (±0,197)	18,75 ^b (±0,001)
	100% ovelha					

* Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a nível de 5%.

**Média (± desvio padrão); CV (%)= coeficiente de variação = 5,50; R²=0,99.

Ao analisar os dados apresentados verifica-se que os valores estão na faixa de 15,05 a 19,01 no dia zero de fabricação da linguiça e entre 16,44 a 21,04 no 20º dia de armazenamento.

O índice de (a^*) é o parâmetro de cor mais sensível na caracterização da cor vermelha e sua estabilidade (RAMOS e GOMIDE, 2007). Além disso, os valores altos para o parâmetro a^* está relacionado com a concentração de mioglobina e com a formação de nitrosomioglobina durante o processo de cura (PEREZ-ALVAREZ et al.,1998).

A Equação 11 mostra que para os valores de a^* houve efeito cúbico significativo positivo ($r = 0,99$, $p < 0,05$), para a proporção de carne de ovelha na formulação de linguiça mista frescal. Houve também efeito linear significativo positivo ($r = 0,99$, $p < 0,05$), do período de armazenamento das formulações de linguiça para os valores de a^* , ou seja, quanto maior o período de armazenamento, maiores o valores de a^* .

$$y = 17,21 + 0,1425 \cdot X_2^3 + 0,1735 \cdot X_3 \quad (11)$$

Onde: $y = a^*$; $X_2 =$ Proporção de carne de ovelha (%); $X_3 =$ Período de armazenamento (dias).

Novamente, os valores cúbicos apresentados pela análise estatística podem ter sido oriundos da heterogeneidade das amostras.

Venturini et al., (2011) avaliando o índice a^* de linguiças frescas de frango observaram o valor médio igual a 8,7. Fato similar foi apresentado por Costa et al. (2011) que avaliando linguiça frescal suína obtiveram valor médio de $a^* = 8$, ou seja, valores menores aos apresentados neste trabalho.

De acordo com Lindahl et al. (2001) a carne ovina possui uma quantidade maior de hemoglobina do que aves e suínos conferindo maiores concentrações de pigmentos heme e conseqüentemente uma tonalidade mais avermelhada, ou seja, mais escuro e de cor rósea com maior participação da tonalidade vermelha.

Na Tabela 21 estão dispostos os valores de b^* da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.

Tabela 21. Valores de b^* da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.

		Cor b^*				
Formulações		0 dia	5º dia	10º dia	15º dia	20º dia
30 dias	100% ovelha	6,81 ^b (±0,106)	6,70 ^b (±0,308)	7,14 ^{ab} (±0,107)	7,55 ^a (±0,340)	7,48 ^a (±0,155)
	90% ovelha	7,22 ^b (±0,035)	7,25 ^b (±0,226)	7,48 ^b (±0,205)	7,38 ^b (±0,106)	8,19 ^a (±0,186)
	80% ovelha	6,77 ^b (±0,098)	6,84 ^b (±0,130)	6,74 ^b (±0,268)	7,59 ^a (±0,274)	7,39 ^{ab} (±0,376)
	70% ovelha	7,38 ^a (±0,176)	6,59 ^c (±0,466)	6,66 ^{bc} (±0,253)	7,20 ^{ab} (±0,089)	7,62 ^a (±0,222)
	100% ovelha	7,01 ^b (±0,113)	7,12 ^b (±0,155)	6,98 ^b (±0,650)	7,58 ^{ab} (±0,363)	8,29 ^a (±0,306)
	90% ovelha	7,32 ^b (±0,091)	7,70 ^{ab} (±0,281)	7,52 ^b (±0,187)	7,49 ^b (±0,007)	8,14 ^a (±0,196)
45 dias	80% ovelha	7,71 ^a (±0,047)	7,46 ^{ab} (±0,106)	6,62 ^c (±0,028)	7,17 ^b (±0,265)	7,54 ^a (±0,254)
	70% ovelha	7,18 ^b (±0,065)	7,17 ^b (±0,165)	6,97 ^b (±0,286)	7,87 ^a (±0,127)	7,00 ^b (±0,357)
	100% ovelha	6,47 ^b (±0,030)	6,75 ^b (±0,191)	6,55 ^b (±0,028)	6,79 ^b (±0,245)	7,77 ^a (±0,415)
	90% ovelha	7,12 ^a (±0,028)	7,22 ^a (±0,014)	6,86 ^a (±0,274)	7,16 ^a (±0,098)	7,57 ^a (±0,615)
60 dias	80% ovelha	6,29 ^b (±0,085)	6,65 ^{ab} (±0,252)	6,69 ^{ab} (±0,229)	7,20 ^a (±0,127)	7,13 ^a (±0,270)
	70% ovelha	7,10 ^a (±0,119)	7,13 ^a (±0,375)	7,37 ^a (±0,200)	7,17 ^a (±0,222)	7,48 ^a (±0,484)

* Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a nível de 5%.

** Média (± desvio padrão); CV (%)=coeficiente de variação =4,07; R²=0,99.

Os valores de b^* apresentaram-se em média entre 6,29 a 7,71 no dia zero de fabricação e 7,13 a 8,29 no 20º dia de armazenamento.

Estes valores são consistentes com os resultados reportados por Seabra et al. (2002) que observaram valores para o índice b^* de hambúrgueres de carne ovina entre 6,74 a 7,44. Da mesma forma, Santos-Junior et al. (2009) encontraram valores entre 7,56 para hambúrguer com 100 % de carne ovina.

Verifica-se através da regressão (Equação 12), que para o índice de cor b^* , houve efeito cúbico significativo positivo ($r = 0,99$, $p < 0,05$) para a proporção de carne de ovelha na formulação de linguiça. Houve também efeito linear significativo positivo ($r = 0,99$, $p < 0,05$), do período de armazenamento das formulações de linguiça para os valores de b^* , ou seja, quanto maior o período de armazenamento, maiores os valores de b^* .

$$y = 7,257 + 0,4397 \cdot X_2^3 + 0,3001 \cdot X_3 \quad (12)$$

Onde: $y = b^*$; X_2 = Proporção de carne de ovelha (%); X_3 = Período de armazenamento (dias).

Na Tabela 22 podem ser visualizados os resultados obtidos para a cromaticidade das amostras de linguiça.

Tabela 22. Valores de cromaticidade da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.

		Cromaticidade*				
Formulações		0 dia	5º dia	10º dia	15º dia	20º dia
30 dias	100% ovelha	17,43 ^c (±0,040)	18,35 ^a (±0,110)	18,16 ^a (±0,441)	18,06 ^b (±0,010)	18,06 ^b (±0,112)
	90% ovelha	20,33 ^a (±0,258)	19,67 ^a (±0,092)	19,16 ^{ab} (±0,348)	18,31 ^b (±0,103)	20,35 ^a (±0,276)
	80% ovelha	16,81 ^b (±0,060)	16,71 ^b (±0,638)	17,98 ^{ab} (±0,313)	18,91 ^{ab} (±0,091)	19,11 ^a (±0,263)
	70% ovelha	18,96 ^a (±0,172)	18,97 ^a (±0,047)	18,80 ^a (±0,324)	19,93 ^a (±0,158)	18,95 ^a (±0,145)
	100% ovelha	18,02 ^b (±0,268)	18,09 ^{ab} (±0,425)	19,05 ^{ab} (±0,030)	18,68 ^{ab} (±0,099)	18,68 ^{ab} (±0,091)
	90% ovelha	18,73 ^b (±0,037)	19,04 ^{ab} (±0,379)	20,23 ^a (±0,072)	19,96 ^{ab} (±0,011)	20,04 ^a (±0,018)
	80% ovelha	17,12 ^{ab} (±0,120)	17,37 ^{ab} (±0,520)	16,77 ^b (±0,021)	17,84 ^{ab} (±0,526)	18,93 ^a (±0,524)
	70% ovelha	18,38 ^a (±0,416)	18,86 ^a (±0,065)	18,79 ^a (±0,363)	18,21 ^a (±0,265)	19,39 ^a (±0,044)
	100% ovelha	19,24 ^b (±0,083)	19,41 ^b (±0,326)	17,66 ^c (±0,317)	20,05 ^b (±0,261)	22,42 ^a (±0,020)
60 dias	90% ovelha	18,82 ^a (±0,380)	18,84 ^a (±0,013)	18,50 ^a (±0,160)	19,03 ^a (±0,368)	19,03 ^a (±0,114)
	80% ovelha	17,77 ^b (±0,017)	17,46 ^b (±0,261)	17,84 ^b (±0,169)	19,61 ^a (±0,411)	20,47 ^a (±0,169)
	70% ovelha	16,64 ^c (±0,280)	17,12 ^{bc} (±0,020)	18,71 ^b (±0,173)	20,18 ^a (±0,320)	20,18 ^a (±0,084)

* Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a nível de 5%. Média (± desvio padrão); CV (%) = coeficiente de variação=1,30; R²=0,99.

A cromaticidade foi calculada em função das coordenadas de cor a* e b* e os valores ficaram entre 16,64 a 20,33 no dia zero de fabricação e 18,06 a 22,42 no 20º dia de armazenamento.

Na literatura não foram encontradas informações que definam uma referência para a cromaticidade em linguiça frescal em condições similares as utilizadas neste estudo.

Verifica-se através da regressão (Equação 13), que para o índice cromaticidade, houve efeito cúbico significativo positivo ($r = 0,99$, $p < 0,05$) para

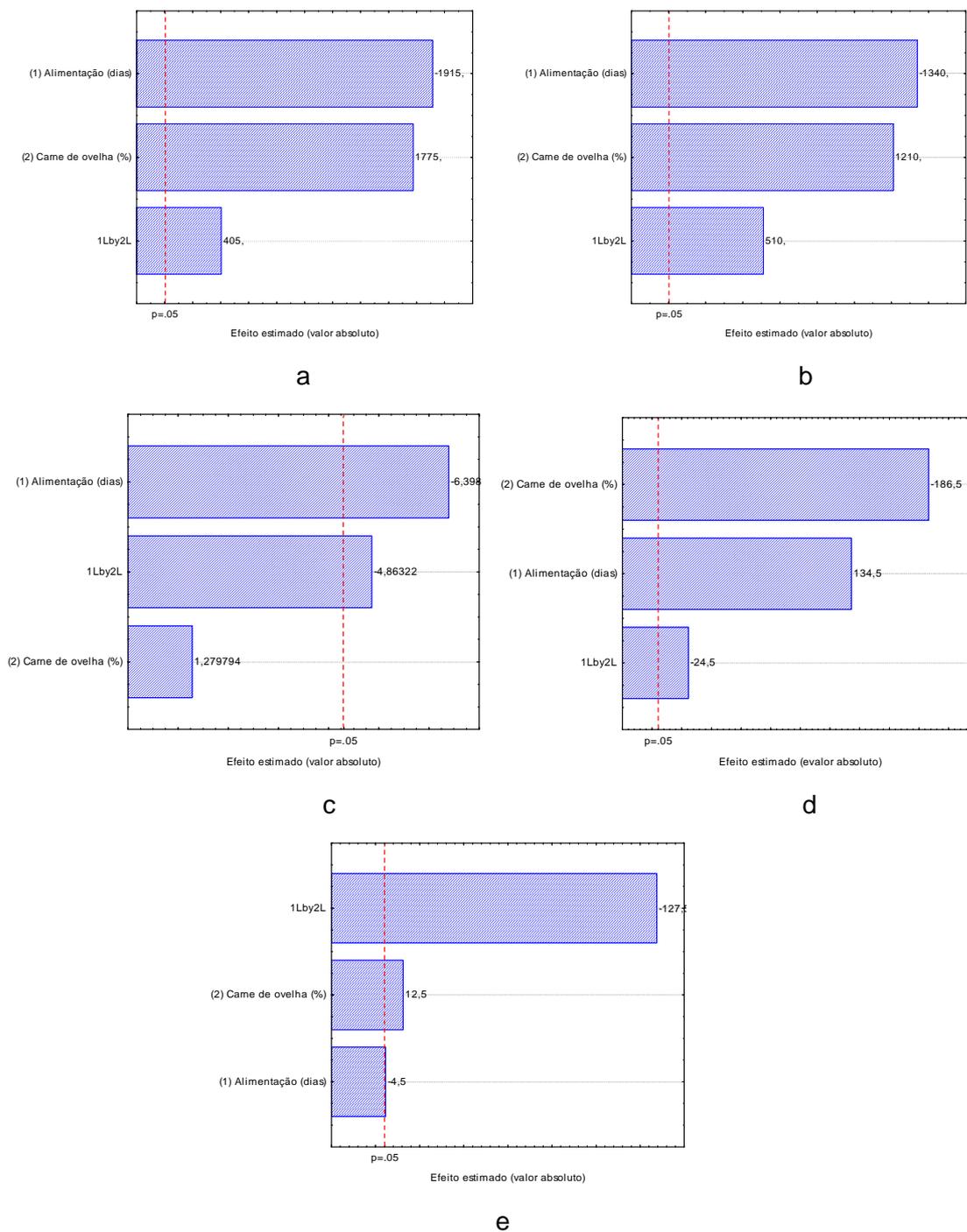


Figura 18. Gráficos de pareto (a,b,c,d,e, para zero, 5°, 10°, 15° e 20° dias de armazenamento, respectivamente) considerando a variável de saída cromaticidade em função das variáveis alimentação (dias) e % carne de ovelha.

a proporção de carne de ovelha na formulação de linguiça. Houve também efeito linear significativo positivo ($r=0,99$, $p<0,05$), do período de armazenamento das formulações de linguiça para os valores de cromaticidade, ou seja, quanto maior o período de armazenamento, maiores os valores de cromaticidade.

$$y = 19,45 + 0,3566 \cdot X_2^3 + 0,4001 \cdot X_3 \quad (13)$$

Onde: y = Cromaticidade; X_2 = Proporção de carne de ovelha (%); X_3 = Período de armazenamento (dias).

A Figura 18 representa os gráficos de pareto estimados (valor absoluto) das variáveis testadas do planejamento fatorial 2^2 para a cromaticidade das formulações nos dias zero, 5, 10, 15 e 20 de armazenamento.

Os gráficos de pareto (Figura 18a e b) evidenciam que quanto maior o período de alimentação dos animais com linhaça menor o valor de cromaticidade e que, quanto maiores os valores da proporção de carne e da interação entre as duas, maiores os valores de cromaticidade (zero e 5º dia). A Figura 18c (10º dia) evidencia que quanto maior o período de alimentação e a interação período de alimentação e % de carne de ovelha, menores são os valores de cromaticidade. Para o 15º dia de armazenamento (Figura 18d) os resultados mostram que quanto maior a proporção de carne de ovelha e a interação menor é o valor de cromaticidade, de outro modo, quanto maior o período de alimentação, maior a cromaticidade. E para o 20º dia de armazenamento quanto maior a interação, menor o valor de cromaticidade e quanto maior a proporção de carne de ovelha, maior o valor de cromaticidade.

A grande disparidade encontrada nos resultados de cromaticidade das amostras de linguiça em relação aos diferentes dias analisados, possivelmente é resultado da constituição pouco uniforme das amostras que oportuniza grandes diferenças nos valores dos parâmetros de cor a^* e b^* que conseqüentemente interferem nos resultados da cromaticidade, já que este parâmetro leva em consideração estes valores.

5.3 Perfil de Textura: Dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade

De acordo com Devatkal et al. (2004), a dureza é a força requerida para compressão de uma substância entre os dentes molares (para sólidos) ou entre a língua e o palato (para semi-sólido).

A Tabela 23 apresenta os valores de dureza das formulações de linguiça mista frescal nos diferentes dias de armazenamento.

Tabela 23. Valores de Dureza da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.

Formulações	Dureza (N)*		
	0 dia	10° dia	20° dia
100%	42,38	42,70	44,80
ovelha	(±0,463)	(±0,720)	(±0,340)
90%	42,18	42,64	41,66
ovelha	(±0,626)	(±0,758)	(±0,736)
80%	42,21	42,15	40,70
ovelha	(±0,648)	(±0,334)	(±0,383)
70%	41,46	42,91	40,31
ovelha	(±0,438)	(±0,690)	(±0,618)
100%	41,35	42,19	43,83
ovelha	(±0,385)	(±0,322)	(±0,450)
90%	41,34	42,64	43,44
ovelha	(±0,330)	(±0,519)	(±0,381)
80%	41,63	42,71	43,53
ovelha	(±0,531)	(±0,868)	(±0,181)
70%	40,51	42,63	43,62
ovelha	(±0,406)	(±0,364)	(±0,322)
100%	41,74	41,78	43,34
ovelha	(±0,396)	(±0,708)	(±0,564)
90%	41,63	41,60	42,04
ovelha	(±0,261)	(±0,163)	(±0,702)
80%	41,99	41,72	41,88
ovelha	(±0,338)	(±0,188)	(±0,561)
70%	41,66	41,28	40,82
ovelha	(±0,457)	(±0,245)	(±0,377)

* Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a nível de 5%.

**Média (± desvio padrão); CV (%)= coeficiente de variação=1,34; R² = 0,95

Os valores apresentaram-se numa faixa entre 40 a 45 N. Gimeno et al. (2001) estudando salsichas suínas fermentadas encontraram valores de dureza médios de 30 N. Oliveira (2011) ao avaliar embutido cozido a base de carne ovina de descarte obteve valor de 25 N para o parâmetro dureza. Uma possível explicação para valores maiores de dureza observados em nossa pesquisa pode ser o grau de moagem das carnes ovina e suína que foi realizada em discos de 8 mm (grosseira) o que proporciona produtos mais resistentes mecanicamente. O fato das amostras de linguiça possuírem pouco teor de

gordura, em média 2-3 %, pode ter contribuído para uma maior dureza, pois sabe-se que uma maior concentração de gordura em produtos cárneos acarreta produtos mais macios. Em relação aos trabalhos citados por Gimeno et al. (2001) e Oliveira (2011), ambos referem-se á embutidos que possuem em sua formulação amidos e carragenas que apresentam menores valores de dureza.

Com relação aos efeitos relatados pela análise de regressão (Equação 14), no caso da dureza, houve efeito linear significativo positivo ($r = 0,97$, $p < 0,05$) para a proporção de carne de ovelha na formulação de linguiça e para o período de armazenamento, portanto, as formulações com maior quantidade de carne ovina apresentaram maior dureza. Da mesma forma, quanto maior o período de armazenamento das formulações de linguiça, maiores foram os valores apresentados para a dureza.

$$y = 42,13 + 0,0304 . X_2 + 0,0412 . X_3 \quad (14)$$

Onde: y = Dureza; X_2 = Proporção de carne de ovelha (%); X_3 = Período de armazenamento (dias).

Esses resultados podem ser explicados pela já citada diminuição da a_w durante o armazenamento, que leva á um aumento na dureza e ao fato da carne de ovelha apresentar maior dureza, por isso as formulações com maior proporção de carne de ovelha apresentaram maiores valores de dureza.

Os resultados para a Elasticidade da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento encontram-se na Tabela 24.

Tabela 24. Valores de Elasticidade da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.

Formulações	Elasticidade (cm)*		
	0 dia	10° dia	20° dia
30 dias	100%	0,90	0,92
	Ovelha	(±0,004)	(±0,022)
	90%	0,91	0,90
	Ovelha	(±0,006)	(±0,013)
	80%	0,91	0,91
	Ovelha	(±0,008)	(±0,023)
45 dias	70%	0,92	0,90
	Ovelha	(±0,017)	(±0,008)
	100%	0,89	0,92
	Ovelha	(±0,010)	(±0,008)
	90%	0,90	0,91
	Ovelha	(±0,005)	(±0,007)
60 dias	80%	0,90	0,92
	Ovelha	(±0,007)	(±0,005)
	70%	0,91	0,91
	Ovelha	(±0,001)	(±0,007)
	100%	0,94	0,92
	Ovelha	(±0,003)	(±0,005)
60 Dias	90%	0,91	0,91
	Ovelha	(±0,012)	(±0,007)
	80%	0,90	0,91
	Ovelha	(±0,003)	(±0,008)
	70%	0,92	0,91
	Ovelha	(±0,004)	(±0,007)

* Média (± desvio padrão).

Segundo Devatkal et al. (2004), a elasticidade é o grau com o qual um produto volta a sua forma original, depois da compressão com os dentes.

O parâmetro elasticidade não apresentou correlação ($p > 0,05$) com o período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais, com a proporção de carne de ovelha adicionada às formulações e nem com o período de armazenamento das formulações de linguiça. Demonstrando não haver alterações significativas nos valores de elasticidade entre as formulações e nos distintos dias de armazenamento.

Os valores ficaram próximos a 0,90 cm, semelhantes aos encontrados por Horita et al. (2011) em mortadelas de carne bovina e suína armazenadas por 60 dias. Da mesma forma, Kim et al. (2011) observaram valores próximos a 1,0 cm para salsichas suínas.

A Tabela 25 apresenta os resultados do parâmetro coesividade das formulações de linguiça mista frescal, no decorrer do armazenamento.

Tabela 25. Valores de Coesividade da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.

Formulações	Coesividade*			
	0 dia	10° dia	20° dia	
30 dias	100%	0,66	0,69	0,67
	Ovelha	(±0,005)	(±0,022)	(±0,027)
	90%	0,68	0,73	0,70
	Ovelha	(±0,012)	(±0,073)	(±0,009)
	80%	0,67	0,67	0,68
	Ovelha	(±0,009)	(±0,007)	(±0,032)
45 dias	70%	0,69	0,68	0,70
	Ovelha	(±0,003)	(±0,005)	(±0,009)
	100%	0,64	0,70	0,72
	Ovelha	(±0,002)	(±0,005)	(±0,002)
	90%	0,67	0,71	0,73
	Ovelha	(±0,010)	(±0,009)	(±0,002)
60 dias	80%	0,66	0,70	0,71
	Ovelha	(±0,004)	(±0,001)	(±0,006)
	70%	0,67	0,71	0,72
	Ovelha	(±0,002)	(±0,002)	(±0,018)
	100%	0,65	0,69	0,69
	Ovelha	(±0,003)	(±0,007)	(±0,006)
60 Dias	90%	0,70	0,72	0,70
	Ovelha	(±0,007)	(±0,005)	(±0,003)
	80%	0,67	0,70	0,71
	Ovelha	(±0,004)	(±0,003)	(±0,009)
	70%	0,69	0,69	0,69
	Ovelha	(±0,004)	(±0,005)	(±0,007)

* Média (± desvio padrão).

O parâmetro coesividade não apresentou correlação significativa ($p>0,05$) em relação a proporção de carne de ovelha, período de alimentação com linhaça e do período de armazenamento das formulações. Para Devatkal et al. (2004), a coesividade é o grau com o qual uma substância é comprimida entre os dentes antes de romper.

Os valores encontrados estão na faixa de 0,6 a 0,7, o que corrobora com Horita et al. (2011) e Kim et al. (2011) que apresentam valores de 0,8 e 0,6, respectivamente para o atributo coesividade de mortadela e salsicha suína. Salcedo-Sandoval et al., (2013) em salsicha Frankfurt suína relataram valores médios de coesividade de 0,6.

A Tabela 26 apresenta os valores de gomosidade da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento. Os valores variaram de 26 a 29 N no dia de fabricação dos produtos e de 29 a 33 N no 20° dia.

Tabela 26. Valores de Gomosidade da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.

Formulações	Gomosidade*			
	0 dia	10° dia	20° dia	
30 dias	100%	27,79 ^b	28,59 ^{ab}	30,26 ^a
	Ovelha	(±0,662)	(±0,858)	(±0,834)
	90%	28,15 ^b	30,26 ^a	30,86 ^a
	Ovelha	(±0,746)	(±0,459)	(±0,637)
	80%	27,32 ^b	27,98 ^{ab}	29,25 ^a
	Ovelha	(±0,443)	(±0,653)	(±0,563)
	70%	27,83 ^b	29,29 ^{ab}	28,57 ^{ab}
45 dias	Ovelha	(±0,638)	(±0,294)	(±0,403)
	100%	27,25 ^b	29,96 ^a	31,23 ^a
	Ovelha	(±0,615)	(±0,577)	(±0,632)
	90%	27,56 ^b	31,38 ^a	32,95 ^a
	Ovelha	(±0,625)	(±0,430)	(±0,868)
	80%	26,10 ^c	29,59 ^b	31,23 ^a
	Ovelha	(±0,328)	(±0,600)	(±0,717)
60 dias	70%	26,58 ^c	30,62 ^a	29,63 ^b
	Ovelha	(±0,321)	(±0,447)	(±0,191)
	100%	27,44 ^c	29,49 ^b	30,88 ^a
	Ovelha	(±0,500)	(±0,411)	(±0,323)
	90%	28,12 ^c	29,49 ^b	31,16 ^a
	Ovelha	(±0,191)	(±0,397)	(±0,091)
	80%	27,57 ^c	29,07 ^b	31,59 ^a
60 dias	Ovelha	(±0,332)	(±0,033)	(±0,098)
	70%	27,42 ^c	29,60 ^b	30,65 ^a
	Ovelha	(±0,572)	(±0,283)	(±0,207)

* Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a nível de 5%.

**Média (± desvio padrão); CV (%)= coeficiente de variação=1,42; R² = 0,96

De acordo com Devatkal et al. (2004), a gomosidade é a densidade que persiste durante a mastigação; energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido ao ponto ideal para deglutição.

Com relação à análise dos efeitos relatados na regressão para o parâmetro gomosidade (Equação 15) houve efeito linear significativo positivo ($r = 0,98$, $p < 0,05$) do período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais e do período de armazenamento das formulações de linguiça, ou seja, quanto maior o período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais e quanto maior o período de armazenamento das formulações, maiores os valores da gomosidade.

$$y = 29,24 + 0,1747 \cdot X_1 + 0,1631 \cdot X_3 \quad (15)$$

Onde: y = Gomosidade; X_1 = Período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais (dias); X_3 = Período de armazenamento (dias).

Pode-se correlacionar estes resultados com os apresentados para o parâmetro dureza, quanto maior o período de armazenamento, maior dureza dos produtos, ou seja, maior força requerida para a compressão e conseqüentemente maior gomosidade, ou seja, maior a energia requerida para desintegrar o alimento.

A Tabela 27 apresenta os resultados do parâmetro mastigabilidade das formulações de linguiça nos diferentes períodos de armazenamento.

Tabela 27. Valores de Mastigabilidade da linguiça mista frescal nas diferentes formulações no decorrer dos dias de armazenamento.

Formulações	Mastigabilidade (N.cm)*			
	0 dia	10º dia	20º dia	
30 dias	100%	24,63 ^b	25,87 ^b	29,08 ^a
	Ovelha	(±0,017)	(±0,193)	(±0,118)
	90%	26,07 ^b	27,01 ^b	28,58 ^a
	Ovelha	(±0,414)	(±0,187)	(±0,491)
	80%	25,38 ^a	24,65 ^a	25,28 ^a
	Ovelha	(±0,845)	(±0,557)	(±0,878)
45 dias	70%	24,14 ^b	25,93 ^a	26,06 ^{ab}
	Ovelha	(±0,451)	(±0,160)	(±0,846)
	100%	23,97 ^b	27,58 ^a	28,63 ^a
	Ovelha	(±0,737)	(±0,493)	(±0,447)
	90%	25,58 ^c	28,61 ^b	30,09 ^a
	Ovelha	(±0,535)	(±0,388)	(±0,652)
60 Dias	80%	24,97 ^b	26,05 ^{ab}	27,37 ^a
	Ovelha	(±0,613)	(±0,714)	(±0,359)
	70%	23,88 ^{ab}	26,61 ^b	28,20 ^b
	Ovelha	(±0,862)	(±0,770)	(±0,138)
	100%	24,36 ^b	25,59 ^b	27,91 ^a
	Ovelha	(±0,667)	(±0,457)	(±0,070)
60 Dias	90%	26,36 ^b	26,52 ^b	28,73 ^a
	Ovelha	(±0,628)	(±0,924)	(±0,261)
	80%	25,58 ^b	25,09 ^b	27,59 ^a
	Ovelha	(±0,366)	(±0,642)	(±0,561)
60 Dias	70%	24,48 ^b	25,95 ^b	26,99 ^a
	Ovelha	(±0,393)	(±0,150)	(±0,188)

* Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente a nível de 5%.

**Média (± desvio padrão); CV (%)= coeficiente de variação=1,88; R² = 0,99

A mastigabilidade é definida, como o tempo (segundos) requerido para mastigar uma amostra, a uma velocidade constante de aplicação de força, para reduzi-la a uma consistência adequada para a deglutição (Devatkal et al. 2004).

Com relação à análise da regressão (Equação 16), o período de armazenamento das formulações de linguiça apresentou efeito linear significativo positivo ($r= 0,99$, $p<0,05$), portanto, conforme aumenta-se o período de armazenamento, maior o valor da mastigabilidade.

$$y = 26,37 + 0,1463 \cdot X_3 \quad (16)$$

Onde: y = Mastigabilidade; X₃ = Período de armazenamento (dias).

Os produtos analisados apresentaram aumento na mastigabilidade com o decorrer dos dias de armazenamento. Verifica-se que os valores se apresentaram na faixa de 23 a 26 N.cm no dia de fabricação e entre 25 a 30 N.cm no 20º dia de armazenamento. Uma possível explicação para este fato é a diminuição da a_w (Tabela 11) das amostras com o tempo de armazenamento o que tornou o produto mais desidratado, aumentando a necessidade de força superior no momento da mastigação do produto.

5.4 Perfil de ácidos graxos

A composição dos ácidos graxos da gordura extraída da linguiça é apresentada na Tabela 28.

Verifica-se que os principais ácidos graxos presentes nas amostras foram o oléico, palmítico e esteárico. De acordo com Russo et al. (1999) e Banskalieva et al. (2000) esses ácidos graxos representam a maior parte dos encontrados na gordura de ruminantes.

Pelegrini et al. (2007) avaliando o perfil de ácidos graxos de ovelhas de descarte das raças Texel e Ideal terminadas em confinamento ou em pastagem cultivada de aveia-azevém encontraram principalmente os ácidos graxos oléico, palmítico e esteárico, os quais representaram 75 % da gordura total das amostras de *Longissimus dorsi* das ovelhas.

Os teores de ácido caprílico, ácido palmítico, ácido heptadecanóico, ácido araquídico, ácido behênico, ácido docosapentaenóico e ácido aracdônico não sofreram efeito do período de alimentação com linhaça e da proporção de carne de ovelha nas formulações.

A proporção de carne de ovelha de descarte utilizada na linguiça não apresentou efeito significativo (p>0,05) para os ácidos graxos analisados, evidenciando que a carne suína não interferiu significativamente nos resultados.

Tabela 28. Perfil de ácidos graxos (%) das formulações de linguiça de carne de ovelhas de descarte.

Ácidos Graxos (AGS)	30 dias				45 dias				60 dias				Equação Regressão	R ²
	100%	90%	80%	70%	100%	90%	80%	70%	100%	90%	80%	70%		
(C8:0)	0,04	0,06	0,00	0,06	0,06	0,03	0,00	0,02	0,04	0,06	0,06	0,04	ns*	0,306
(C14:0)	2,04	2,08	2,11	2,06	2,11	2,10	2,06	2,09	2,11	2,11	2,10	2,14	ns	0,700
(C16:0)	23,21	24,20	23,54	20,88	24,33	22,94	25,38	19,98	25,23	24,83	25,25	24,34	ns	0,801
(C17:0)	1,69	1,30	1,16	0,64	1,41	1,27	1,53	1,18	1,33	1,33	1,38	1,35	ns	0,360
(C18:0)	17,18	16,80	15,47	13,45	16,73	17,27	15,21	11,82	15,83	13,69	13,67	15,91	y = 15,35 - 1,2825. X ₁	0,992
(C20:0)	0,25	0,23	0,16	0,20	0,20	0,19	0,24	0,21	0,18	0,20	0,23	0,17	ns	0,456
(C22:0)	0,15	0,22	0,20	0,22	0,20	0,29	0,20	0,19	0,26	0,17	0,15	0,22	ns	0,155
Total AGS	44,56	44,89	42,64	37,51	45,24	45,19	45,62	35,49	46,98	45,39	44,84	47,17	y = 43,54 + 1,540. X ₁	0,093
(AGMI)														
(C16:1)	2,80	2,56	2,44	1,55	2,54	2,29	3,01	2,38	2,42	2,68	2,75	2,79	y = 2,65 +0,340. X ₁	0,878
(C18:1C9)	49,81	45,02	47,99	32,43	48,09	48,69	48,55	39,53	45,98	46,66	47,85	48,04	y = 45,37 + 4,312. X ₁	0,900
Total AGMI	52,61	47,58	50,43	33,98	50,63	50,98	51,56	41,91	48,40	49,34	50,60	50,83	y = 48,04 +4,652. X ₁	0,744
(AGP)														
(C18:2 ω6)	5,39	5,62	5,64	5,47	5,35	5,81	5,70	4,37	5,43	4,95	4,75	5,35	ns	0,830
(C18:3 ω3)	0,62	0,54	0,47	0,49	0,68	0,55	0,51	0,40	0,75	0,66	0,70	0,64	y = 0,55 +0,067. X ₁	0,833
(C18:2C9T11)**	0,80	0,91	0,66	0,72	0,92	0,78	0,92	1,04	1,32	0,87	1,17	0,99	y = 0,88 +0,057. X ₁	0,973
(C22:5 ω3)	0,67	0,89	0,55	0,83	0,81	1,04	1,00	0,83	1,04	0,87	0,83	0,71	ns	0,310
(C20:4 ω6)	1,55	1,75	1,62	1,53	1,84	1,47	1,69	1,70	1,89	1,92	1,77	1,72	ns	0,096
Total AGP	9,03	9,71	8,94	9,04	9,60	10,65	10,82	9,34	11,43	11,27	11,22	10,41	y = 10,12 +1,232. X ₁	0,851
AGP/AGS	0,19	0,21	0,19	0,23	0,22	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	ns	0,173
ω6	6,94	7,39	7,26	7,00	7,19	7,28	7,39	6,07	7,32	6,87	6,52	7,07	y = 7,75 +1,192. X ₁	0,860
ω3	1,29	1,43	1,02	1,32	1,49	1,59	1,51	1,23	1,79	1,53	1,53	1,35	Y = 1,45 +0,072 X ₁	0,750
ω6/ω3	5,37	5,16	7,11	5,30	4,82	4,57	4,89	4,93	4,64	5,79	4,26	5,23	Y = 5,32 +0,073 X ₁	0,944

AGS (ácidos graxos saturados); AGMI (ácidos graxos monoinsaturados); AGP (ácidos graxos poli-insaturados)

(C8:0) Ácido Caprílico; (C14:0) Ácido Mirístico; (C16:0) Ácido Palmítico; (C17:0) Ácido Heptadecanóico; (C18:0) Ácido Esteárico; (C20:0) Ácido Araquídico; (C22:0) Ácido Behênico; (C16:1) Ácido Palmitoléico; (C18:1C9) Ácido Oléico; (C18:2 ω6) Ácido Linoléico; (C18:3 ω3) Ácido Linolênico; (C18:2C9T11) CLA; (C22:5 ω3) Ácido Docosapentaenóico; (C20:4 ω6) Ácido Aracdnônico

*ns = não significativo a nível de 95 %

**CLA = ácido linoleico conjugado

X₁ = Período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais (dias).

5.4.1 Ácidos graxos saturados

Para o ácido esteárico houve efeito linear negativo do período de alimentação, sendo que o teor deste ácido graxo diminui conforme aumentou-se o período de alimentação com linhaça, de aproximadamente 15,72 % (30 dias) para 14,77 % (60 dias).

Os valores do ácido palmítico não apresentaram efeito significativo das variáveis estudadas. Diferente de Peng et al. (2010) que analisando o efeito de diferentes oleaginosas no tecido adiposo de ovelhas *Small Tain Han* adultas com mais de 3 anos, observaram em animais alimentados com linhaça que o ácido palmítico apresentou diminuição de 28,70 % para o controle e 27,65 % para animais alimentados com linhaça.

Os trabalhos de Russo et al. (1999) e Banskalieva et al. (2000) mostraram que o ácido palmítico aumenta o colesterol sanguíneo, entretanto o ácido esteárico não tem efeito sobre o mesmo, e o oléico tende a diminuir os percentuais de colesterol sanguíneo.

O ácido mirístico apresentou efeito linear positivo para o período de alimentação com linhaça. Os valores encontrados foram em média 2,07 % (30 dias) e 2,11 % (60 dias). François (2009) em embutidos fermentados formulados com carne de ovelha de descarte provenientes do cruzamento entre as raças *Ile de France* e *Texel*, mostrou valor médio de 1,39 % para o ácido mirístico. Este ácido é o principal responsável pela elevação das concentrações séricas de colesterol (HAYES et al., 1991).

Bas et al. (2007) avaliando os efeitos da linhaça no teor de ácidos graxos do tecido adiposo e músculos de ovelhas fêmeas *Mouton Vendéen* com 3 meses de idade, encontraram teores de ácido mirístico de 2,7 %, para o controle sem inclusão de linhaça extrusada, e de 2,3 % com inclusão de 9 % de linhaça na alimentação.

A soma dos ácidos graxos saturados (AGS) sofreu influência linear positiva do período de alimentação dos animais. Ao aumentar o tempo de alimentação com linhaça aumentou a participação de ácidos graxos saturados na fração lipídica.

5.4.2 Ácidos graxos monoinsaturados

Em relação ao teor de ácido oléico, houve efeito linear positivo para o período de alimentação, ou seja, quanto maior o período de alimentação dos animais com linhaça, maior foi o teor de ácido oléico. Os teores de ácido oléico foram em média de 43,81 % (30 dias) a 47,10 % (60 dias).

O ácido oléico participa de processos fisiológicos, como a manutenção da fluidez das membranas (SPECTOR, 1999), além de apresentar efeitos hipocolesterolêmicos (GRUNDY, 1986; SINCLAIR, 1993).

Peng et al. (2010) analisando o efeito de diferentes oleaginosas no tecido adiposo de ovelhas obtiveram um aumento dos valores de ácido oléico na gordura intramuscular do músculo *Longissimus lumborum* de 31,43 % para o controle sem linhaça e 33,59 % para animais alimentados com linhaça, concordando com os resultados deste trabalho que também apresentaram aumento do teor de ácido oléico com inclusão de linhaça na alimentação.

François (2009) encontrou valores médios de 37 % de ácido oléico em embutidos fermentados de carne de ovelha de descarte.

O ácido graxo monoinsaturado palmitoléico (C16:1) teve efeito linear positivo para o período de alimentação com linhaça, indicando que a medida que aumenta-se o período de alimentação com linhaça, maior o teor do ácido palmitoléico, sendo que os valores foram de 2,33 % (30 dias) para 2,66 % (60 dias). Segundo Willians (2000) os ácidos graxos mono e poli-insaturados são considerados efetivos na diminuição da concentração de colesterol no sangue humano.

5.4.3 Ácidos graxos poli-insaturados

Os ácidos graxos de particular interesse, devido aos seus efeitos positivos à saúde humana, são principalmente o linolênico e o linoléico, os quais são considerados essenciais.

De acordo com a Tabela 28 o teor de ácido linoléico não apresentou efeito significativo do período de alimentação dos animais com linhaça e da proporção de carne de ovelhas de descarte. Os valores apresentaram-se em média entre 5,39 e 5,64 % (30 dias) e 4,37 e 5,43 % (60 dias).

Peng et al. (2010) concluíram que os teores do ácido linoléico aumentaram de 1,77 a 1,86 % para o controle e animais alimentados com linhaça, respectivamente.

Os teores de ácido linolênico e o ácido linoléico conjugado - CLA apresentaram efeito linear significativo positivo do período de alimentação com linhaça. É possível observar que os teores do ácido linolênico aumentaram de 0,53 % com 30 dias de alimentação com linhaça para 0,68 % com 60 dias de alimentação, apresentando um aumento de 28 % nos teores deste ácido graxo poli-insaturado. Da mesma forma, para o CLA ocorreu aumento de 0,77 % com 30 dias de alimentação para 1,08 % com 60 dias de alimentação, ou seja, aumento de aproximadamente 40 % nos níveis de CLA. Esses resultados mostram que o objetivo desta pesquisa foi alcançado, pois houve uma melhora no perfil lipídico dos produtos com aumento dos ácidos graxos benéficos à saúde como ácido linolênico e ácido linoléico conjugado.

O ácido linoléico conjugado (CLA) é uma mistura de isômeros geométricos e posicionais do ácido octadecadienóico com duplas ligações conjugadas, que vem sendo considerado benéfico para a saúde do homem devido as suas propriedades anticarcinogênicas e metabólicas. Além disso, os efeitos biológicos/fisiológicos dos isômeros de CLA no organismo estão relacionados com a inibição da carcinogênese, redução de arteriosclerose, deposição de gordura corporal, aumento da deposição de tecido magro, assim como na modulação do sistema imune (BAUMAN et al., 1999; PARIZA et al., 2000; COOK, 2001; MOHEDE et al., 2001).

Bas et al. (2007) encontraram aumento nos valores do ácido linoléico em ovelhas de 3 anos alimentadas com linhaça. Os valores passaram de 3,3 % no controle sem linhaça para 3,7 % em ovelhas alimentadas com 9 % de linhaça. Da mesma forma, o teor de ácido linolênico aumentou de 0,51 % no controle para 1,15 % em ovelhas alimentadas com 9 % de linhaça. O teor de CLA também apresentou aumento de 0,02 % no controle para 0,07 % com 9 % de linhaça.

Díaz et al. (2011) avaliaram o conteúdo de ácidos graxos de carne cordeiros alimentados por 40 dias com linhaça extrusada em comparação com uma dieta controle sem linhaça. A carne de cordeiros alimentados com linhaça extrusada apresentou 1,65 % de ácido linolênico em comparação com 0,51 %

para o controle. Ocorreu aumento no teor de ácido linoléico de 4,75 % para 5,15 % no controle e com linhaça, respectivamente.

Os teores divergem de Peng et al. (2010) que obtiveram redução dos teores de ácido linolênico e CLA em ovelhas de descarte alimentadas com linhaça.

Conforme observado na Tabela 28 os teores de $\omega 6$ e $\omega 3$ tiveram efeito significativo linear positivo para o período de alimentação com linhaça. No caso, dos ácidos graxos $\omega 6$ os valores foram em média 6,1 % no 30º dia e 8,44 % no 60º dia de alimentação com linhaça. Para $\omega 3$ os valores variaram entre 1,26 % (30 dias) e 1,55 % (60 dias).

A proporção de ácidos graxos $\omega 3/\omega 6$ é utilizada como um critério para avaliar a qualidade da gordura, a qual deve ser inferior a 4 (DEPARTMENT OF HEALTH, UK, 1994). No presente estudo (Tabela 28), observa-se que os valores foram maiores do que 4.

É recomendado como ideal na dieta humana que a proporção de ácidos graxos poli-insaturados (AGP)/ saturados (AGS) seja no mínimo 0,45 (WOOD e ENSER, 1997). No presente estudo as formulações apresentaram valores entre 0,19 a 0,26, estando assim abaixo da proporção recomendada.

5.5 Análises térmicas

5.5.1 Termogravimetria

Verificam-se na Tabela 29 as faixas de temperatura de estabilidade e de temperatura final de decomposição para as amostras de gordura das formulações através da análise de TG.

Tabela 29. Temperaturas de estabilidade e de decomposição das amostras de gordura através de TG.

Proporção de carne de ovelha (%)	T° estabilidade (°C)		T° decomposição (°C)	
	30 dias	60 dias	30 dias	60 dias
100	367,42 ^a ±0,44	324,91 ^b ±0,52	416,67 ^b ±0,28	414,67 ^c ±0,90
90	335,49 ^b ±0,90	332,35 ^a ±0,93	456,17 ^a ±0,83	449,92 ^a ±0,54
80	330,47 ^b ±0,12	322,47 ^b ±0,01	443,83 ^a ±0,81	440,87 ^a ±0,04
70	330,47 ^b ±0,64	327,87 ^b ±0,09	443,18 ^a ±0,05	426,51 ^b ±0,32

* Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente a nível de 5%.

Ao estudar a estabilidade térmica da gordura das formulações por TG, verifica-se que os valores encontram-se entre 322-367 °C para a estabilidade e 414-456 °C para a temperatura final de decomposição dos ácidos graxos totais.

É possível observar que a estabilidade das amostras com período de alimentação de 30 dias com linhaça foi maior do que as amostras de 60 dias. Nas formulações onde foi utilizada carne de ovelhas alimentadas por 30 dias, verificou-se menor teor de ácidos graxos poli-insaturados (Tabela 28), portanto, as temperaturas de estabilidade foram superiores. Sabe-se que gorduras que apresentam maior teor de triacilglicerídeos contendo ácidos graxos de cadeia curta são mais voláteis que os de cadeia longa (FARIA et al., 2002).

Araújo et al. (2011) em óleo de pescado encontraram temperatura de estabilidade de 222 °C e 484 °C de decomposição em atmosfera de nitrogênio.

Garcia et al. (2004) ao estudar a estabilidade térmica de óleos de pescado em atmosfera de nitrogênio por TG, encontraram valores entre 235-350 °C para a estabilidade e 474-490 °C para a temperatura final de decomposição dos óleos de aruanã, pacu manteiga, pacu prateado piranha caju e tucunaré. Segundo os mesmos autores, as faixas de temperatura de estabilidade e de temperatura final de decomposição dos óleos de pescado estudados, são próximas aquelas encontradas em óleos vegetais e superiores as obtidas para gorduras vegetais, as quais possuem maior teor de triacilglicerídeos contendo ácidos graxos de cadeia curta, os quais são mais voláteis que os triacilglicerídeos de cadeia longa.

Faria et al. (2002) estudaram a estabilidade térmica de óleos e gorduras vegetais extraídas de sementes de plantas do cerrado usando TG e

observaram a estabilidade térmica desses produtos na faixa de temperatura entre 180 – 480 °C.

Medeiros et al. (2012) avaliaram por TG óleos vegetais utilizados na alimentação de ruminantes. O óleo de babaçu apresentou estabilidade até a temperatura de 228 °C e a decomposição ocorreu aproximadamente em 401 °C, possivelmente devido ao predomínio de ácidos graxos saturados, principalmente o ácido láurico, mirístico e palmítico neste óleo. Para o óleo de gergelim a decomposição iniciou em 165 °C e a decomposição em 594 °C

Nas Figuras 19 e 20 são apresentadas as curvas termogravimétricas das amostras de gordura extraídas das formulações de linguiça fresca, com carne de ovelhas alimentadas por 30 e 60 dias com ração contendo linhaça.

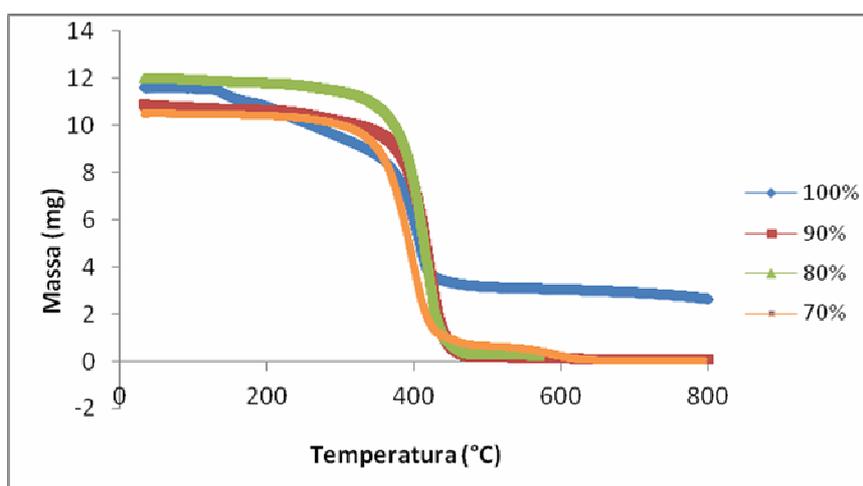


Figura 19. Curvas termogravimétricas dos ácidos graxos de amostras de linguiça com 100, 90, 80 e 70 % de carne de ovelha alimentadas por 30 dias com ração contendo linhaça.

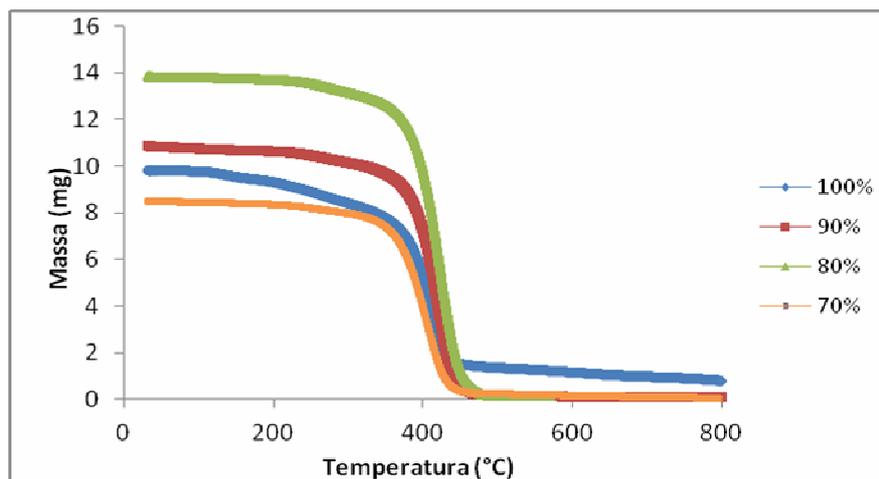


Figura 20. Curvas termogravimétricas dos ácidos graxos de amostras de linguiça com 100, 90, 80 e 70 % de carne de ovelha alimentadas por 60 dias com ração contendo linhaça.

As curvas termogravimétricas TG apresentadas nas Figuras 19 e 20 representam o comportamento térmico das amostras da gordura extraídas da linguiças frescas. Observou-se um patamar de estabilidade térmica entre 322,47 e 367,42 °C (massa permanece inalterada), e o processo de decomposição térmica ocorreu em uma única etapa relativa à volatilização e/ou decomposição da gordura (perda de massa).

Os resultados obtidos por TG evidenciaram com clareza o comportamento térmico das gorduras extraídas das linguiças frescas. Com a utilização deste método foi possível determinar a estabilidade das amostras, que é um fator determinante no controle de qualidade da gordura presente na carne durante o processamento, estocagem e utilização industrial.

5.5.2 DSC

Nas Figuras 21 e 22 são apresentadas as curvas de fusão por DSC em atmosfera dinâmica de nitrogênio das amostras de gordura extraídas das formulações de linguiças com carne de ovelha alimentadas por 30 e 60 dias com linhaça, respectivamente. Os resultados mostram que foram observados dois picos endotérmicos principais.

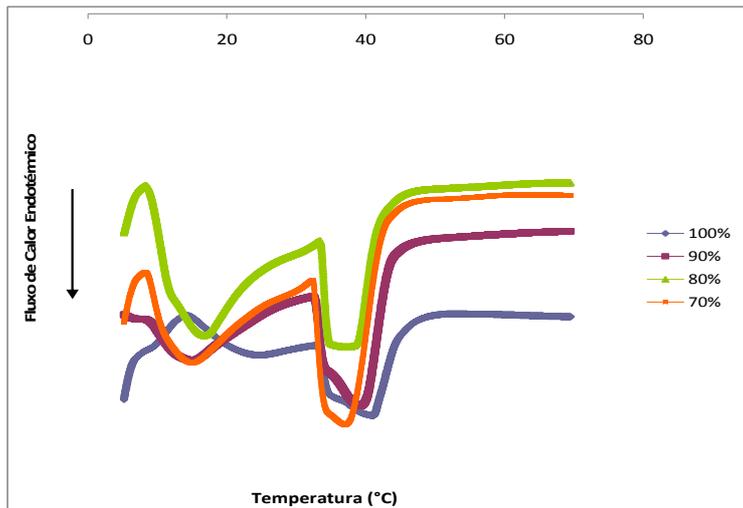


Figura 21. Curvas DSC em atmosfera de nitrogênio das amostras de gordura extraídas das formulações de linguiças com carne de ovelha alimentadas por 30 dias com ração contendo linhaça.

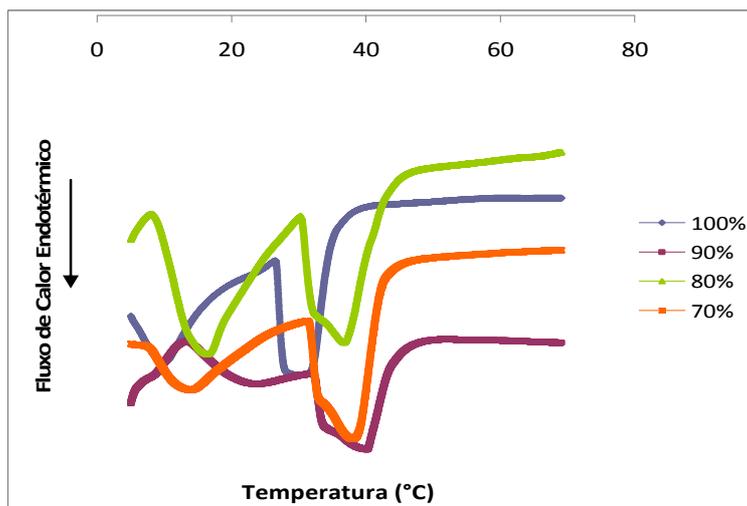


Figura 22. Curvas DSC em atmosfera de nitrogênio das formulações de linguiças com carne de ovelha alimentadas por 60 dias com ração contendo linhaça.

Os valores de temperatura inicial e dos picos 1 e 2 são mostrados na Tabela 30.

Tabela 30. Valores obtidos de T_{inicial} e T_{pico} dos picos de fusão das amostras de gordura através de DSC.

Proporção de carne de ovelha (%)	Pico 1				Pico 2			
	$T^{\circ}\text{inicial}$ (°C)		$T^{\circ}\text{Pico}$ (°C)		$T^{\circ}\text{inicial}$ (°C)		$T^{\circ}\text{Pico}$ (°C)	
	30 dias	60 dias	30 dias	60 dias	30 dias	60 dias	30 dias	60 dias
100	12,70 ^a ±1,65	5,03 ^b ±0,52	21,86 ^a ±0,04	8,37 ^c ±0,90	31,30 ^a ±0,08	24,86 ^b ±0,02	38,68 ^a ±0,01	28,55 ^b ±0,82
90	7,21 ^b ±0,39	12,06 ^a ±0,93	13,65 ^b ±0,01	21,70 ^a ±0,54	30,59 ^a ±0,82	30,04 ^a ±0,75	38,51 ^a ±0,10	38,34 ^a ±0,17
80	6,97 ^b ±0,04	6,74 ^b ±0,01	14,76 ^b ±0,47	14,28 ^b ±0,04	32,21 ^a ±0,66	28,80 ^a ±0,15	38,51 ^a ±0,82	35,20 ^a ±0,33
70	6,44 ^b ±0,16	5,18 ^b ±0,09	13,61 ^b ±0,13	12,56 ^b ±0,32	30,69 ^a ±0,18	29,79 ^a ±0,09	35,65 ^b ±0,26	38,24 ^a ±0,58

* Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente a nível de 5%.

Observa-se que as amostras de gordura extraída das linguiças fabricadas com carne de ovelha de descarte alimentadas com linhaça por 30 dias apresentaram temperatura inicial do primeiro pico entre 6,44 °C (70 % de carne de ovelha) e 12,70 °C (100 % de carne de ovelha) e temperatura de pico entre 13,61 °C (70 % de carne de ovelha) e 21,86 °C (100 % de carne de ovelha). Já para as amostras com período de alimentação de 60 dias a temperatura inicial do primeiro pico foi entre 5,03 °C (100 % de carne de ovelha) e 12,06 °C (90 % de carne de ovelha) e temperatura do pico entre 8,37 °C (100 % de carne de ovelha) e 21,70°C (90 % de carne de ovelha).

Para o segundo pico as amostras com período de alimentação de 30 dias tiveram temperatura inicial do primeiro pico entre 30,59 °C (90 % ovelha) e 32,21 °C (80 % ovelha) e temperatura de pico entre 35,65 °C (70 % ovelha) e 38,86 °C (100 % ovelha). Já para as amostras com período de alimentação de 60 dias a temperatura inicial do primeiro pico foi entre 24,86 °C (100 % ovelha) e 30,04 °C (90 % ovelha) e temperatura de pico entre 28,55 °C (100 % ovelha) e 38,34 °C (90 % ovelha).

As maiores temperaturas de início e de pico das amostras de gordura extraídas com 30 dias de alimentação com linhaça podem ter sido contribuídas pela alta porcentagem de ácidos graxos saturados em relação às amostras extraídas com 60 dias que mostraram conter maior teor de ácidos graxos

insaturados. Enser (1984) relatou que geralmente ácidos graxos altamente saturados possuem ponto de fusão mais elevado do que os insaturados.

Yilmaz e Karakaya (2010) analisando termicamente gordura de cabras (4 anos) por análise de DSC encontraram temperatura de fusão do primeiro pico para sebo de 15,11 °C e do segundo pico 50,70 °C. Por outro lado, para a gordura subcutânea encontraram temperatura de fusão do primeiro pico de 8,39 °C e do segundo pico 44,93 °C. Os mesmos autores avaliaram no mesmo trabalho o perfil de ácidos graxos dessas amostras e concluíram que o sebo apresentou 63,17 % de saturados e a gordura subcutânea 50,55 %.

Sasaki et al. (2006) avaliando gordura de suínos por DSC encontraram temperatura de fusão de 31,1°C. Unsal e Aktas (2003) encontraram temperatura de fusão em média de 35 °C para amostras de gordura da cauda de ovelhas.

5.6. Avaliação Sensorial

Na Tabela 31 encontram-se as médias da avaliação sensorial da linguiça frescal no dia de fabricação (zero) e no 14º dia de armazenamento.

Através dos resultados analisados pelo teste de Friedman utilizando a Tabela NBR 13170 (Tabela de Newell e Mac Farlane) que relaciona o número de julgadores com o número de amostras a diferentes índices de probabilidade, comparando-se os módulos da diferença com o DMS (diferença mínima significativa) verifica-se que as linguiças fabricadas com carne proveniente de ovelhas abatidas após 30 dias de alimentação com linhaça tanto no dia de fabricação como no 14º dia de armazenamento, a formulação com 100 % de carne de ovelha não diferiu estatisticamente ($p>0,05$) da formulação com 90 % de carne de ovelha, da mesma forma a formulação com 80 % de carne de ovelha não diferiu ($p>0,05$) da formulação com 70 % de carne de ovelha. Contudo, como as formulações com 80 % de carne de ovelha e 20 % de carne suína e 70 % de carne de ovelha e 30 % de carne suína receberam as maiores pontuações, pode-se concluir que estas formulações foram as que apresentaram melhores resultados entre os provadores.

Tabela 31. Análise sensorial (Teste de ordenação) da linguiça mista frescal.

	<i>Formulações</i>	<i>Soma dos Totais*</i>	
		<i>zero dia</i>	<i>14 dia</i>
30 dias	100% ovelha	102 ^b	104 ^a
	90% ovelha	140 ^b	148 ^b
	80% ovelha	261 ^a	257 ^a
	70% ovelha	296 ^a	291 ^a
45 dias	100% ovelha	109 ^b	108 ^b
	90% ovelha	143 ^b	149 ^b
	80% ovelha	255 ^a	253 ^a
	70% ovelha	293 ^a	290 ^a
60 dias	100% ovelha	116 ^b	104 ^b
	90% ovelha	141 ^b	143 ^b
	80% ovelha	251 ^a	249 ^a
	70% ovelha	292 ^a	294 ^a

* Soma dos totais seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% (Tabela de Newell e Mac Farlane, Lê-se na Tabela NBR 13.170, o valor crítico = 42).

No caso das linguiças fabricadas com carne de ovelhas de descarte abatidas após 45 e 60 dias de alimentação com linhaça os resultados foram semelhantes aos obtidos com as linguiças fabricadas com carne de ovelhas de descarte abatidas após 30 dias de alimentação com linhaça. Demonstrando, que é possível a fabricação de linguiça mista frescal com adição de até 80 % de carne de ovelha de descarte, independentemente do período de alimentação com linhaça (30, 45 ou 60 dias).

6. CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que não houve efeito significativo ($p > 0,05$) do período de alimentação com linhaça antes do abate dos animais e da proporção de carne de ovelha na composição química.

Os valores de proteína e lipídios de todas as formulações desenvolvidas estão de acordo com a legislação brasileira em vigor para linguiça mista fresca do Ministério da Agricultura.

Os dias de armazenamento proporcionaram aumento do pH e diminuição da a_w das amostras.

Em relação aos teores de TBARS, ocorreu aumento conforme os dias de armazenamento, porém os valores foram menores que 1,2 mg malonaldeído/Kg no 21º dia.

Os parâmetros de cor e de textura foram influenciados pela proporção de carne de ovelha adicionada, sendo que quanto maior a proporção de carne, maiores os valores de L^* , a^* , b^* , assim como, maiores valores para os parâmetros de perfil de textura (dureza, gomosidade e mastigabilidade).

Os principais ácidos graxos presentes nas amostras foram o oléico, palmítico e esteárico. O teor do ácido graxo monoinsaturado oléico aumentou conforme maior o período de alimentação dos animais com linhaça.

O teor do ácido linoléico não foi afetado pelo período de alimentação e pela proporção de carne de ovelha. De outra forma, os ácidos linolênico e CLA obtiveram aumento em seus valores conforme maior o período de alimentação dos animais.

Através das análises térmicas de TG e DSC é possível concluir que maiores teores de ácidos poli-insaturados levam a menores temperaturas de estabilidade e fusão da gordura extraída das linguiças.

Os resultados da análise sensorial demonstraram que é possível a fabricação de linguiça mista fresca com adição de 80 % de carne de ovelhas de descarte independente do período de alimentação com linhaça (30, 45 ou 60 dias).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A alimentação das ovelhas de descarte com adição de 15 % de grãos de linhaça por 60 dias promoveu aumento significativo no perfil lipídico dos ácidos graxos linolênico e CLA dos produtos avaliados.

Foi obtido êxito na aceitação sensorial das amostras de linguiça mista frescal com carne de ovelhas de descarte desenvolvidas com 80 % de carne ovina.

Estes resultados mostram que a alimentação de ovelhas com linhaça é uma alternativa promissora para a fabricação de produtos cárneos ovinos com maiores teores de ácidos graxos benéficos á saúde.

8. REFERÊNCIAS

ADAMS, M.R.; MOSS, M.O. Microbiologia de los alimentos. Espana, Acribia, 464 p., 1999.

AHN, D. U.; OLSON, D. G.; JO, C.; CHEN, X.; WU, C.; LEE, J. I. Efect of muscle type, packaging, and irradiation on lipid oxidation, volatile production, and color in raw pork patties. **Meat Science**, v.49, p.27-39, 1998.

ALMEIDA, C. Avaliação Físico-química e Microbiológica de Linguica Toscana Porcionada e Armazenada em Diferentes Embalagens, Sob Condições em Estocagem Similares as Praticadas em Supermercados. 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

ALVES, E. Atividade antioxidante de extratos de própolis comercializados em Santa Maria –RS e aplicação em linguiça toscana refrigerada. 1999. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

ANDREO, A. I.; DOVAL, M. M.; ROMERO, A. M.; JUDIS, M. A. Influence of heating time and oxygen availability on lipid oxidation in meat emulsions. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 105, n. 5, p. 207-213, 2003.

ARAÚJO, K.L.G.V.; EPAMINONDAS, P.S.; SILVA, M.C.D.; LIMA, A.E.A. de; ROSENHAIM, R.; MAIA, A.S.; SOLEDADE, L.E.B.; SOUZA, A.L.; SANTOS, I.M.G.; SOUZA, A.G.; QUEIROZ, N. Influence of thermal degradation in the physicochemical properties of fish oil. **Journal Thermal Analitical Calorim**, v. 106, n.2, p.557-561, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Teste de Ordenação em Análise Sensorial, NBR 13.170. 4 p., Rio de Janeiro, 1994.

BANSKALIEVA, V., SAHLU, T., GOETSCH, A. L. Fatty acid composition fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 37, p. 255 – 268, 2000.

BARON, C. P.; ANDERSEN, H. J. Mioglobin-induced lipid oxidation. A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50 n.14, p. 3887-3897, 2002.

BAS, P.; SAUVANT, D. Variation of lipid composition of adipose tissues and muscles in cattle. **INRA Productions Animals**, v. 14, p. 311-322, 2001.

BAS, P.; BERTHELOT, V.; POTTIER, E.; NORMAND, J. Effect of level of linseed on fatty acid composition of muscles and adipose tissues of lambs with emphasis on *trans* fatty acids. **Meat Science**, v. 77, p.678-688, 2007.

BATISTA, A. S. M. Estudo da elaboração e estabilidade de um embutido cru reestruturado tipo hambúrguer a base de caprinos de descarte. 1999. 68p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, 1999.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W. **Food Chemistry**. 2ª ed. Berlin: Springer, 1999. Cap. 3, p. 152-235.

BERNARDES, L. A. H.; PRATA, L. F. Principais Métodos de Determinação de Qualidade da Carne. Disponível em:

<http://www.beefpoint.com.br/bn/sic/artigo.aspx?artigo=2264>, 2001.

Acesso em julho de 2011.

BESERRA, F. J.; NASSU, R. T.; MELO, L. R.R. Manufacturing of a restructured hamlike product with goat meat. In: IFT ANNUAL MEETING, Chicago, 1999. **Book of Abstracts**, Chicago: IFT, 1999. p. 89

BESERRA, F. J; MELO, L. R. R.; RODRIGUES.; M. C. P.; SILVA, E. M. C. S.; NASSU, R. T. Desenvolvimento e Caracterização físico-química e sensorial de embutido cozido tipo apresuntado de carne de caprino. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, 2003.

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

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J. R. O.; FURUSHO-GARCIA, I. F.; BRESSAN, M. C.; LEMOS, A. L. S. C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1981-1991, 2003.

BONFADA, D. H.; TESSER, E. S.; SCHMIDT, V.; BERGMANN, G. P.; KINDLEIN, L. Aceitação sensorial de embutidos salame tipo italiano de carne caprina adicionados de cultura starter. V Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. **Anais...** CTC/ITAL: São Paulo, 2009.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, Chicago, v. 32, n. 7, p. 62-66, 1978.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.22, p.98-104, 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Linguiças Frescas**. Diário Oficial, Brasília, nº419. seção 1, p.7-12, 2000.

CARPENTER C. E.; CORNFORTH D. P.; WHITTAKER R. D. Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. **Meat Science**, v. 57, n. 4, p. 359-363, 2001.

COOK, M. E. Conjugated linoleic acid (CLA) in growth and development. Mechanisms involving immunity and eicosanoids. Proceedings In: INTERNATIONAL ANIMAL AGRICULTURE AND FOOD SCIENCE CONFERENCE, 2001.

COSTA, M.C.R. de; SILVA, C.A. da; BRIDI, A.M.; FONSECA, N.A.N.; OBA, A. SILVA, R. A.M.; SILVA, P. A.; YWAZAKI, M.S.; DALTO, D.B. Estabilidade lipídica do pernil e da linguiça frescal de suínos tratados com dietas com alta concentração de ácido fítico. **Semina: Ciências agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p.1863-1872, 2011.

COVENTRY, J.; HICKEY, M. W. Growth characteristics of meat starters cultures. **Meat Science**, v.29, n. 30, p. 41-48, 1991.

DALMÁS, P. S. Utilização de tripolifosfato de sódio na elaboração de embutido fermentado a base de carne caprina. 2004. 54p. Dissertação. (Mestrado em Ciências da Nutrição), Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.58, n.3, p.593-607, 1999.

DEMIREL, G.; OZPINAR, H.; NAZLI, B.; KESER, O. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. **Meat Science**, v.72, n.2, p. 229-235, 2006.

DEPARTMENT OF HEALTH. Nutritional aspects of cardiovascular disease (Report on Health and Social Subjects, 46). London, 1994.

DEVATKAL, S.; MENDIRATTA, S.K.; KONDAIAH, N. Quality characteristics of loaves from buffalo meat, liver and vegetables. **Meat Science**, v.67, p. 377-383, 2004.

DIAS, R.P.; DUARTE, T.F.; GARRUTI, D.S.; ZAPATA, J.E.F.; SANTOS, C.F. Aproveitamento de carne caprina de animais velhos, de descarte, na produção de linguiça frescal sem adição de gordura suína. Circular Técnico EMBRAPA online. 33- Sobral, CE, 2006. 1-5

DIAZ, M.T.; CANEQUE, V.; SÁNCHEZ, C.I.; LAUZURICA, S.; PÉREZ, C.; FERNÁNDEZ, C.; ÁLVAREZ, I.; DE LA FUENTE, J. Nutritional and sensory aspects of light lamb meat enriched in n-3 fatty acids during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v.124, p.147-155, 2011.

DUTCOSKY, S. D. Análise Sensorial de Alimentos. Curitiba: Champagnat, 1996. 123 p.

EYCHENNE, V. MOULOUGUI. Z., GASET, A. Thermal behavior of neopentylpolyol esters Comparison between determination by TGA-DTA and flash point. **Thermochimica Acta**, v.320, p. 201-208, 1998.

ENSER, M. The chemistry, biochemistry and nutritional importance of animals fats. In J. Wiseman (Ed.), *Fats in animal nutrition*. London: Butterworths, 1984. p.23-51.

ENSER, M., HALLETT, K.G., HEWETT, B. Fatty acid content and composition of uk beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**, v.49, n.3, p.329-341, 1998.

FARIA, E.A. de; LELES, M.I.G.; IONASHIRO, M.; ZUPPA, T. de O.; FILHO-ANTONIOSI, N. R. Estudo da estabilidade térmica de óleos e gorduras vegetais por TG/DTG e DTA. **Eclética Química**, 27, 2002.

FERNANDES, M.A.M. Composição tecidual da carcaça e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros em sistemas de terminação em pasto e em confinamento. Curitiba, 2008. 111p. Dissertação – (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Paraná.

FRANÇOIS, P. Desempenho, características de carcaça e a utilização da carne de ovelhas de descarte terminadas em pastagem cultivada na elaboração de embutido fermentado. Santa Maria, 2009. Dissertação – (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Santa Maria.

GARCIA, J.U.; SANTOS, H.I. dos; FIALHO, A.P.; GARRO, F.L.T.; ANTONIOSI-FILHO, N.R.; LELES, M.I.G. Estudo da estabilidade térmica de óleos de peixes em atmosfera de nitrogênio. **Eclética Química**, v. 29, n.2, p. 41-46, 2004.

GARCÍA-SEGOVIA, P.; ANDRÉS-BELLO, A.; MARTÍNEZ-MONZÓ, J. Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (*M. pectoralis*). **Journal of Food Engineering**, v.80, p.813-821, 2007.

GEORGANTELIS, D.; AMBROSIADIS, I.; KATIKOU, P.; BLEKAS, G.; GEORGAKIS, S.A. Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4°C. **Meat Science**, v.76, n.1, p. 172-181, 2007.

GIL, A. Y; DOMINGUEZ, F. Y. **Preparacion, fabricacion y defectos de los embutidos curados**. Madrid, Ediciones Ayala, 1992. 194p.

GIMENO, O.; ASTIASARÁN, I.; BELLO, J. Calcium ascorbate as a potential partial substitute for NaCl in dry fermented sausages: effect on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. **Meat Science**, v.57, p.23-29, 2001.

GÓMEZ, M.E.D.B. Modulação da composição de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa. São Paulo, 2003. 149 p. Tese - (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo - USP.

GRUNDY, S.M. Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. **New England Journal of Medicine**, London, v.314, n.12, p. 745-748, 1986.

GUERRA, I.C.D. Efeito do teor de gordura na elaboração de mortadela utilizando carne de caprinos e de ovinos de descarte. 88f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós- Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2010.

GUIDI, A.; CASTIGLIEGO, L.; BENINE, O.; ARMANI, A.; IANNONE, G.; GIANFALDONI, D. Biochemical survey on episodic localized darkening in turkey deboned thigh meat packaged in modified atmosphere. **Poultry Science**, v. 85, n.4, p. 787-793, 2006.

HALLIWEL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. Free radicals and biology and medicine. 3ed. Claredon, Oxford, 2000.

HAMMES, W. P.; BANTLEON, A.; MIN, S. Lactic acid bacteria in meat fermentation. **FEMS Microbiology Review**. v.87:165-174. 1990.

HARTMAN, L.; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Laboratory Practice*, v.22, n.8, p.475-476, 1973.

HARWALKAR, V.R.; MA, C.Y. Thermal analysis of foods. London Elsevier Science. 362p. 1990.

HASHIMOTO, J. H.; OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; BONACINA, M. S.; LEHMEN, R. I.; PEDROSO, C. E.S. Qualidade de carcaça, desenvolvimento regional e tecidual de cordeiros terminados em três sistemas. *R. Bras. Zootec.*, v.41, n.2, p.438-448, 2012.

HAYES, K.C.; PRONCZUK, A.; LINDSEY, S.; DIERSEN-SCHADE, D. Dietary saturated fatty acids (12:0, 14:0, 16:0) differ in their impact on plasma cholesterol and lipoproteins in non-human primates. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 53, p. 491-498, 1991.

HÖHNE, G. W. H. Remarks on the calibration of differential scanning calorimeters. **Journal of Thermal Analysis**, v.37,n.8, p.1987-2000, 1991.

HORITA, C.N.; MORGANO, M.A.; CELEGHINI, R.M.S.; POLLONIO, M.A.R. Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. **Meat Science**, v.89, p.426-433, 2011.

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

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3.ed., São Paulo, 1985. v.1, 533p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil.** Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_analise_consumo/tabelas_pdf/tab_1_1.pdf. Acesso em 23 de novembro de 2012.

JAKOBSEN, K. Dietary modifications of animal fats: Status and future perspectives. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 101, n.12, p.475-483, 1999.

JAY, J.M. Microbiologia de alimentos. 6 ed., Porto Alegre, Artemedia. 2005. 711p.

JO, C.; LEE J.I.; AHN, D.U. Lipid oxidation, color and volatiles changes in irradiated pork sausages with different fat content and packaging during storages. **Meat Science**, v.51: 355-36, 1999.

KATCH, F.I.; McARDLE, W.D. **Nutrição, exercício e saúde.** 4. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1996.

KENKEL, J. Analytical Chemistry for Technicians, 3° edition, CRC Press, 2003.

KIM, I-S.; JIN, S-K.; MANDAL, P.K.; KANG, S-N. Quality of low-fat pork sausages with tomato powder as colour and functional additive during refrigerated storage. **Journal of Food Science Technology**, v.48, n. 5, p.591–597, 2011.

KLETTNER, P.G.; POELLEIN, H.; OTT, G. Processing of old sheep in the meat industry. **Fleischwirtschaft**, v.69, n.12, p.1810-1835, 1989.

KÖK, M.V.; SZTATISZ, J.; POKOL, G. High-Pressure DSC Applications on Crude Oil Combustion. **Energy fuels**, v.11, n.6, p. 1137-1142, 1997.

KOUBA, M.; MOUROT, J. A review of nutritional effects on fat composition of animal products with special emphasis on n-3 polyunsaturated fatty acids. **Biochimie**, v.93, p.13-17, 2011.

KOWALSKI, B. Thermal-oxidative decomposition of edible oils and fats. DSC studies. **Thermochimica Acta**, v. 184, p.49-57,1991.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. Editora Artmed. Porto Alegre, 2005, 6 ed., 383 p.

LINDAHL, G.; LUNDSTROM, K.; TORNERG, E. Contribution of pigment content, Myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs. **Meat Science**, v.59, n.2, p.141-151, 2001.

LITWINIENKO, G.; KASPRZYCKA-GUTTMAN, T. A DSC study on thermoxidation kinetics of mustard oil. **Thermochimica Acta**, v.319, p.185-191, 1998.

MAGGIONI, D.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; ZAWADZKI, F.; ITO, R. H.; PRADO, I. N. Fatores que afetam a estabilidade da carne. **Revista Nacional da Carne**, v.32, n. 374, p.73-77, 2008.

MAHAN, L.K.; ARLIN, M.T. **Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. São Paulo: Roca, 1994.

MATTHEWS, K.R.; HOMER, D.B.; THIES, F.; CALDER, P.C. Effect of whole linseed (*Linum usitatissimum*) in the diet of finishing on growth performance and on the quality and fatty acid composition of various tissues. **British Journal of Nutrition**, v.83, p. 637-643, 2000.

MEDEIROS, E.J.L. de; QUEIROGA, R.C.R.E.; SOUZA, A.G. de; CORDEIRO, A.M.T.M.; MEDEIROS, A. N. de; SOUZA, D.L. de; MADRUGA, M.S. Thermal and quality evaluation of vegetable oils used in ruminant feed. **Journal of Thermal Analysis Calorimetry**, september, p. 1-7, 2012.

MIYAGUSKU, L.; CHEN, F.; LEITÃO M. F. F.; BAFFA, O. Avaliação microbiológica e sensorial da vida-útil de cortes de peito de frango irradiados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 23, suppl., pp. 7-16, 2003.

MOHEDE, I.; ALBERS, R.; VAN DER WIELLEN, R. Imuno-modulation: CLA stimulates antigen specific antibody production in humans. Proceedings In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONJUGATED LINOLEIC ACID, 1, Alesund, 2001,p.12.

MØLLER, J. K. S., JENSEN, J. S.; SKIBSTED, L. H.; DNÖCHEL, S. Microbial formation of nitrite-cured pigment, nitrosylmyoglobin, from metmyoglobin in model systems and smoked fermented sausages by *Lactobacillus fermentum* strains and a commercial starter culture. **European Food Research and Technology**, New York, v. 216, n. 6, p. 463-469, Jun., 2003.

MONTE, A.L.S.; SELAIVE-VILLARROEL, A.B.; GARRUTI, D.S. Parâmetros físicos e sensoriais de qualidade da carne de cabritos mestiços de diferentes grupos genéticos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.2, p.233-238, 2007.

MONTEIRO, E.M. Influência do cruzamento Ile de France x Corriedale (F1) nos parâmetros de qualidade da carne de cordeiro. 1998. 99f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de São Paulo.

NASSU, R.T.; GONÇALVES, L.A.G.; BESERRA, F.J.; FEITOSA, T. Estudo das características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de embutidos fermentados tipo salame formulados com diferentes proporções de carne caprina e suína. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.19, n.2, p.243-256, 2001.

NASSU, R.T.; GONÇALVES, L.A.G.; BESERRA, F.J. Utilização de diferentes culturas starter no processamento de embutido fermentado de carne de caprinos. **Ciência Rural**, v.32, n.6, p.1051-1055, 2002.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger: Princípios de Bioquímica**. 3ª Edição, São Paulo: SORVIER, 2002. 975p.

NEWELL, G. J.; MACFARLANE, J. D. Expanded tables for multiple comparison procedure on the analysis of ranked data. **Journal of Food Science**, v. 52, n. 6, p.1721-1725, 1987.

NYCHAS, G. J. E.; DROSINOS, E. H.; BOARD, R. G. Chemical changes in stored meat. In: BOARD, R. G.; DAVIES, A. R. (Eds.). **The microbiology of meat and poultry**. London: Blackie Academic and Professional, 1998. p. 288-326.

NRC – National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington: National Academy of Sciences, 2007. 362p.

OLIVEIRA, J.E.D.; SANTOS, A.E.; WILSON, E.D. **Nutrição básica**. 1.ed. São Paulo: Almed, 1992. 93p.

OLIVEIRA, J.E.D. de; MARCHINI, J.S. **Ciências Nutricionais**. São Paulo: SARVIER, 1998.

OLIVEIRA, C.A. de; Avaliação da atividade antioxidante do extrato de erva-cidreira – de – arbusto (*Lippia alba (Mill) NE Brown*) em embutido cozido a base de carne ovina de descarte. 2011. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

OSAWA, C. C.; FELÍCIO, 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.

OUSBURN, W.N.; KEETON, J.T. Evaluation of low-fat sausage containing desinewed lamb and konjac gel. **Meat Science**, v.68, p.221-233, 2004.

PAPADIMA, S.N.; BLOUKAS, J.G. Effect of fat level and storage conditions on quality characteristics of traditional Grek sausages. **Meat Science**, v. 51, p. 103-113, 1999.

PARIZA, M.V.; PARK, Y.; COOK, M.E. Mechanisms of action of conjugated linoleic acid: evidence and speculation. **Journal of Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, v.223, p.8-13, 2000.

PAULINO, F. de O.; SILVA, T. J. P.da; FRANCO, R. M.; FREITAS, M. Q. de; FERNANDES, M. L. Redução parcial dos teores de gordura e sal em embutido cárneo suíno com utilização de goma carragena e cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v.13, n. 2, p. 121-124, 2006.

PELEGRINI, L.F.V.; PIRES, C.C.; KOZLOSKI, G.V. Perfil de ácidos graxos da carne de ovelhas de descarte de dois grupos genéticos submetidas a dois sistemas de manejo. **Ciência Rural**, v.37, n. 6, Nov-dez, 2007.

PENG, Y.S.; BROWN, M.A.; WU, J.P.; LIU, Z. Different oilseed supplements alter fatty acid composition of different adipose tissues of adult ewes. **Meat Science**, v.85, p. 542-549, 2010.

PEREIRA, T. A., DAS, N. P. The effects of flavonoids on the thermal autoxidation of palm oil and other vegetable oils determined by differential scanning calorimetry. **Thermochimica Acta**, v. 165, p.129,1990.

PEREZ-ALVAREZ, J.A.; SAYAS-BARBERA, M.E.; FERNANDEZ-LOPEZ, J.; GAGOGAGO, M.A.; PAGAN-MORENO, M.J.; ARANDA-CATALA, V. Spanish dry-cured ham aging process: colour characteristics. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 44, Barcelona, p.984-985, 1998.

PEREZ, J. R. O.; BRESSAN, M. C.; BRAGAGNOLO, N; PRADO, O. V.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso de abate de cordeiros Santa Ines e Bergamacia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.1, p.11-18, jan./abr, 2002.

PINHEIRO, E. M. Processamento da Carne de Ovino Adulto. 1989. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

PINHEIRO, R. S. B.; SILVA SOBRINHO, A.G. da; SOUZA, H. B. A. de; YAMAMOTO, S. M. Qualidade de carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p. 1790-1796, 2009.

POLLONIO, M. A. R. Estudo das propriedades funcionais das proteínas miofibrilares e oxidação lipídica de carne de frango mecanicamente desossada. 1994. 141p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PRATA, L.F. **Higiene e inspeção de carnes, pescado e derivados**. Jaboticabal : FUNEP, 1999. 217p.

PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciência de la Carne y de los Productos Carnicos**. 2ª ed. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. 581p.

RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty and conjugated linoleic acid in lamb, beef, and pork meat: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, p.199-221, 2004.

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**, Washington, v. 40, n° 11, p. 2182-2185, 1992.

RAMOS, E.M., GOMIDE, L.A.M. Avaliação da Qualidade de Carnes: Fundamentos e Metodologias. Viçosa: Editora UFV, 2007. 599p.

RIISPOA. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, 1997. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/riispoa.html>. Acesso em 17 de setembro de 2012.

ROÇA, R. O.; SIQUEIRA, E. R., BONASSI, I. A. Avaliação comparativa da carne de cordeiro e ovelha e de seus produtos derivados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 25, 1997, Gramado. **Anais...** Gramado: CONBRAVET, Rio Grande do Sul, p.301, 1997.

ROCHA, H. C.; DICKEL, E. L.; MESSINA, S. A. **Produção de cordeiro de corte em sistema de consorciação**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, UPF, 2007. 64 p.

ROTA, E.L.; OSÓRIO, MN.T.M.; OSÓRIO, J.C.S. Influência da castração e da idade de abate sobre as características subjetivas e instrumentais da carne de cordeiros Corriedale. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2397-2405, 2006.

RUDNIK E.; SZCZUCINSKA, A. ; GWARDIAK, H.; SZULC, A.; WINIARSKA, A. Comparative studies of oxidative stability of linseed oil. **Thermochemica Acta**, v.370, p.135-140, 2001.

RUSSO, C.; PREZIUSO, G.; CASAROSA, L.; CAMPODONI, G.; CIANCI, D. Effect of diet energy source on the chemical – physical characteristics of meat and depot fat of lambs carcasses. **Small Ruminant Research**, v.33, p.77-85, 1999.

SAARINEN, N.M.; SMEDS, A.; MÄKELÄ, S.I. Structural determinants of plant lignans for the formation of enterolactone in vivo. **Journal of Chromatography B**, v.777, n.1-2, p.311- 319, 2002.

SAEG 9.0. Sistema para Análises Estatísticas-SAEG. Viçosa: 2005. Cd Rom. Versão 9.0.

SALCEDO-SANDOVALA, L.; COFRADES, S.; PÉREZ, R. C. C.; SOLAS, M.T; JIMÉNEZ- COLMENERO, F. Healthier oils stabilized in konjac matrix as fat replacers in n-3 PUFA enriched frankfurters. **Meat Science**, v.93, p.757-766, 2013.

SALEM, Jr.N. Introduction to polyunsaturated fatty acids. **Backgrounder**. v.3, n.1, p.1-8, 1999.

SÁNCHEZ-RODRIGUES, M.E. ; SANTOS, A.B. Parâmetros de color de jâmon ibérico de bellota Guijuello al final del período de maturación. **Alimentaria**, v.1, p.33-39, 2001.

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

SANTOS-CRUZ, C.L.; PEREZ, J.R.O.; MUNIZ, J.A.; CRUZ, C.A.C.; SANTOS, I.P.A.; BRESSAN, M.C. Composição química dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês abatidos com diferentes pesos. **Revista Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 20, n.1, p.36-45, jan./mar., 2008.

SANTOS -JÚNIOR, L. C. O. dos.; RIZZATTI, R.; BRUNGERA, A.; SCHIAVINI, T.J.; CAMPOS, E.F.M. de; NETO, J.F.S.; RODRIGUES, L.B.; DICKEL, E.L.; SANTOS, L.R. dos. Desenvolvimento de Hambúrguer de Carne de Ovinos de Descarte Enriquecido com Farinha de Aveia. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v. 10, nº 4, p.1128-1134, 2009.

SAÑUDO, C. La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina. Factores que la determinan, métodos de medidas y causas de variación. In: CURSO INTERNACIONAL SOBRE PRODUCCIÓN DE GANADO OVINO, IIIº, I.C.I., I.N.I.A., S.I.A.- D.G.A., Zaragoza, España. 117 p. 1991.

SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Estudio de la calidad de la canal y de la carne en animales cruzados Romanov x Rasa Aragonesa. Anales de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza, v.16-17, p. 285-295, 1982.

SAÑUDO, C.; ENSER, M.E.; CAMPO, M.M.; NUTE, G.R.; MARIA, G.; SIERRA, I.; WOOD, J.D. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, v.54, n.4, p.339-346, 2000.

SASAKI, K.; MITSUMOTO, M.; NISHIOKA, T.; IRIE, M. Differential scanning calorimetry of porcine adipose tissues. **Meat Science**, v.72, p.789-792, 2006.

SEABRA, L.M.J.; ZAPATA, J.F.F.; NOGUEIRA, C.M.; DANTAS, M.A.; ALMEIDA, R.B. de. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.3, p.244-248, 2002.

SEBRANEK, J. G.; SEWALT, V. J. H.; ROBBINS, K. L.; HOUSER, T. A. Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. **Meat Science**, v. 69, n. 2, p. 289-296, 2005.

SHAHIDI, F; SYNOMIECKI, J. Protein hydrolyzates from seal meat as phosphate alternatives in food processing applications. **Food Chemistry**, v.60, n.1, p.29-32, 1985.

SILVEIRA, E.T.F.; ANDRADE, J. Aspectos tecnológicos de processamento e qualidade de embutidos fermentados. Campinas: FEA/UNICAMP, 1991.

SINCLAIR, A.J.; SLATTERY, W.J.; O'DEA, K. The analysis of polyunsaturated fatty acid in meat by capillary gas-liquid chromatography. **Journal of Science Food Agriculture**, v.33, n.8, p.771-776, 1982.

SINCLAIR, A.J. Dietary fat and cardiovascular disease: the significance of recent developments for the food industry. **Food Australia**, v.45,p.226, 1993.

SKOOG, D. A.; HOLLER, F. J.; NIEMAN, T. A. **Principles of Instrumental Analysis**. Saunders Brace College Publishers, 1992.

SOUZA, H.B.A.; SILVA, A.G. S.; ZEOLA, N.M.B.L.; PELICANO, E.R.L.; SOUZA, P.A.; LEONEL, F.R.; OBA, A.; LIMA, T.M.A. Avaliação de diferentes teores de gordura e antioxidante natural nos parâmetros qualitativos e sensoriais de embutido fresco de carne ovina. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, SP, v.21, n.3, 315-319, 2005.

SOUZA, X. R. Efeitos de grupo genético, sexo e peso ao abate na qualidade de carne de cordeiros em crescimento. Lavras: UFLA, 2001, 116 f. (Dissertação de Mestrado em Ciências dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG.

SPECTOR, A.A. Essentiality of fatty acids. *Lipids*, Champaign, v.34, p.S1-S3, 1999.

STELZLENI, A.M.; JOHNSON, D.D. Effect of days on concentrate feed on sensory off flavor score, off flavor descriptor and fatty acid profiles for selected muscles from cull beef cows. **Meat Science**, v. 79, 382-393, 2008.

STEWART, M. R.; ZIPSER, M. W.; WATTS, B. M. The use of reflectance spectrophotometry for the assay of raw meat pigments. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 30, n. 3, p. 464-469, 1965.

TERRA, N. N.; BRUM, A. R. M. **Carne e seus derivados. Técnicas de Controle de Qualidade**, 1988. 120p.

TOOHEY, E.S.; VAN de VEN, R.; THOMPSON, J.M.; GEESINK, G.H.; HOPKINS, D.L. SmartStretch™ technology. III. The impact of medium voltage stimulation and SmartStretch™ technology on sheep topside (m. semimembranosus) meat quality traits under commercial processing conditions. **Meat Science**, v.93, p. 187-193, 2013.

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

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

UNSAL, M.; AKTAS, N. Fractionation and characterization of edible sheep tail fat. **Meat Science**, v. 63, p.235–239, 2003.

VENTURINI, A.C.; CAVENAGUI, A.D.; CASTILLO, C.J.C.; QUINONES, E.M. Sensory and microbiological evaluation of uncured fresh chicken sausage with reduced fat content. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.3, p.629-634, 2011.

VERMA, S. P.; SAHOO, J. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. **Meat Science**, v.56, n.4, p.403-413, 2000.

WACHIRA, A.M.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G.; ENSER, M.; WOOD, J.D.; FISHER, A.V. Effects of dietary fat source and breed on the carcass composition, n-3 polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid content of sheep meat and adipose tissue. **British Journal of Nutrition**, v.88, p.697-709, 2002.

WANG, B.; PACE, R. D.; DESSAI, A. P.; BOVELL-BENJAMIN, A.; PHILLIPS, B. Modified extraction method for determining 2-Thiobarbituric acid values in meat with increased specificity and simplicity. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 8, p. 2833-2836, 2002.

WENDHAUSEN, P.A.P.; RODRIGUES, G.V.; MARCHETTO, O. Apostila de Análises Térmicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica, 2002.

WESOLOWSKI M.; ERECINSKA J. Thermal analysis in quality assessment of rapeseed oils. **Thermochimica Acta**, v. 323, p.137- 143, 1998.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids human health. **Annales de Zootechnie**, Paris, v. 49, n. 3, p. 165-180, 2000.

WOOD, J.D.; ENSER, M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidantes in improving meat quality. **British Journal of Nutrition**, v. 78, p. 49-60, 1997.

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R.; FICHER, 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, 2004.

YOUNG, O.A.; LANE, G.A.; PRIOLO, A. Pastoral and species flavour in lambs raised on pasture, lucerne or maize. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.83, n.2, p.93-104, 2003.

YILMAZ, M.T.; KARAKAYA, M. Thermal analysis of lipids isolated from various of sheep fats. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v.101, p.403-409, 2010.

ZAPATA, J.F.F. Tecnologia e comercialização da carne ovina. In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E DA OVINOCULTURA TROPICAL BRASILEIRA, 1994, Sobral. **Anais...** Brasília : EMBRAPA-SPI, 1994. p. 115-128.