

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

UTILIZAÇÃO DE CARNE DE CAPRINOS NO PROCESSAMENTO DE EMBUTIDO FERMENTADO, TIPO SALAME

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por Renata Tieko Nassu, aprovada pela Comissão Julgadora em 22 de novembro de 1999.

Renata Tieko Nassu

(Mestre em Tecnologia de Alimentos)

Campinas, 22 de novembro de 1999.

Profa. Dra. Lireny Aparecida Guaraldo Gonçalves

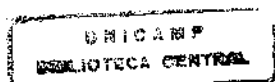
(Orientadora)


Profa. Dra. Lireny Ap. G. Gonçalves
Presidente da Banca

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP para obtenção do título de Doutor em Tecnologia de Alimentos

Campinas

1999



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	
V.	Ex.
TOMBO BC/	397.51
PROC.	229/99
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
VALOR	R\$ 11,00
DATA	17-12-99
CPF	

CM-00134424-0

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

N188d

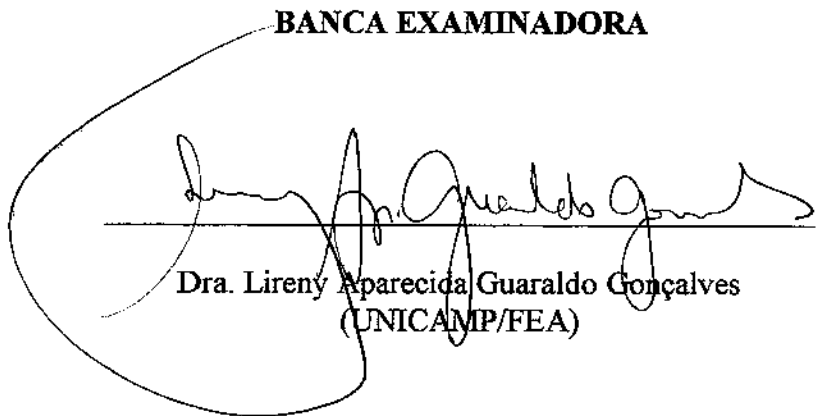
Nassu, Renata Tieko

Utilização de carne de caprinos no processamento de embutido fermentado, tipo salame. / Renata Tieko Nassu. -- Campinas, SP: [s.n.], 1999.

Orientador: Lireny Aparecida Guaraldo Gonçalves.
Tese (doutor) – Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos.

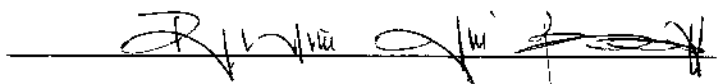
1. Carne. 2. Caprino. 3. Embutido. 4. Oxidação.
5. Antioxidantes. I. Gonçalves, Lireny Aparecida Guaraldo. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

BANCA EXAMINADORA



Dra. Lireny Aparecida Guaraldo Gonçalves
(UNICAMP/FEA)

Dr. Expedito Tadeu Facco Silveira
(ITAL)




Dr. Frederico José Beserra
(UFC/DTA)

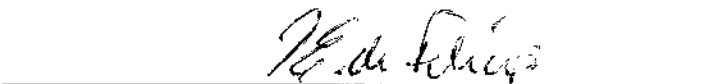


Dr. José Luiz Pereira
(UNICAMP/FEA)

Dra. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva
(UNICAMP/FEA)



Dr. Paulo José do Amaral Sobral
(USP/FZEA)



Dr. Pedro Eduardo de Felício
(UNICAMP/FEA)

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Lireny Aparecida Guaraldo Gonçalves, pela orientação, apoio e amizade, mesmo à distância.

À Embrapa Agroindústria Tropical, pelo apoio na realização deste trabalho e em especial aos Drs. João Pratagil Pereira de Araújo, João Ribeiro Crisóstomo e Lucas Antônio de Sousa Leite, pela permissão para a conclusão do meu curso de Doutorado.

À Embrapa Caprinos, pelo fornecimento das amostras de carne de caprinos para processamento.

Ao Prof. Dr. Frederico José Beserra, do Laboratório de Carnes do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, sempre solícito, pela amizade e apoio para realização deste trabalho.

À Christian Hansen, Viscofan e BushBoakeAllen, que gentilmente forneceram insumos necessários para a elaboração do produto processado de carne de caprinos.

À Fazenda Piamarta, que cedeu suas instalações para processamento da carne de caprinos.

À Profa. Dra. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva, pelo apoio na área de análise sensorial.

Ao Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício, pelo apoio na área de tecnologia de carnes e derivados.

À banca examinadora, pelas correções e sugestões.

A todos que colaboraram na análise sensorial, pela disponibilidade e paciência.

À Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP, pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação.

Ao pessoal de apoio do Laboratório de Carnes da Universidade Federal do Ceará e da Embrapa Agroindústria Tropical, como também às bolsistas e estagiárias que acompanharam este trabalho.

A todos os meus amigos e colegas da UNICAMP e EMBRAPA, pelo carinho e amizade.

À minha família, pelo carinho e apoio.

A Rogério, pelo imenso carinho e paciência.

Ao CNPq pela concessão de bolsa de doutorado.

A todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram e me apoiaram no decorrer do meu curso de Doutorado, tornando possível a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vii
ABREVIATURAS E SIGLAS.....	x
RESUMO	xi
SUMMARY.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. Características de produção e aproveitamento tecnológico da carne de caprinos	2
2.2. Alimentos de umidade intermediária.....	7
2.3. Embutidos Fermentados	11
2.4. Culturas Starters	17
2.5. Vida-de-prateleira de produtos cárneos fermentados - estabilidade oxidativa	20
2.6. Antioxidantes naturais	26
3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	32
3.1. DELINEAMENTO DE EXPERIMENTOS	32
3.1.1. EXPERIMENTO 1: Efeito de diferentes teores de gordura nas características de embutidos fermentados de carne de caprinos.....	32
3.1.2. EXPERIMENTO 2: Efeito da utilização de diferentes culturas starters no processamento de embutidos fermentados de carne de caprinos.....	34
3.1.3. EXPERIMENTO 3: Estudo de estabilidade oxidativa de embutidos fermentados de carne de caprinos contendo diferentes níveis de antioxidante natural.....	36
3.1.4. EXPERIMENTO 4: Estudo das características de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne caprina e suína	37
3.2. MATERIAL	39
3.2.1. Matéria-prima.....	39
3.2.2. Ingredientes de formulação	39
3.3. MÉTODOS	40

3.3.1. Processamento dos embutidos fermentados.....	40
3.3.1.1. Descrição das etapas de processamento	42
3.3.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	44
3.3.2.1. Determinação de pH.....	44
3.3.2.2. Determinação de atividade de água (Aw).....	44
3.3.2.3. Determinação de perda de peso.....	44
3.3.2.4. Determinação de ácido láctico	44
3.3.2.5. Umidade.....	45
3.3.2.6. Proteína	45
3.3.2.7. Gordura	45
3.3.2.8. Determinação do número de TBARS – Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico	45
3.3.3. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	46
3.3.3.1. Contagem Total.....	46
3.3.3.2. Contagem de Bolores e Leveduras	46
3.3.3.3. Coliformes Totais/Fecais	46
3.3.3.4. Contagem de <i>Salmonella</i>	47
3.3.3.5. Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i>	47
3.3.3.6. Contagem de <i>Clostridium</i> sulfito-redutores.....	47
3.3.4. ANÁLISE SENSORIAL.....	48
3.3.4.1. Teste de aceitação sensorial	48
3.3.4.2. Avaliação sensorial da rancidez do produto durante vida-de- prateleira	49
3.3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	56
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1. EXPERIMENTO 1: Efeito de diferentes teores de gordura nas características de embutidos fermentados de carne de caprinos.....	57
4.2. EXPERIMENTO 2: Efeito da utilização de diferentes culturas starters no processamento de embutidos fermentados de carne de caprinos	67
4.3. EXPERIMENTO 3: Estudo de estabilidade oxidativa de embutidos fermentados de carne de caprinos contendo diferentes níveis de antioxidante natural	78
4.4. EXPERIMENTO 4: Estudo das características de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne caprina e suína.....	111

5. CONCLUSÃO.....	119
6. ANEXOS.....	120
1. pH de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural em função do tempo de estocagem	120
2. Aw de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural em função do tempo de estocagem	120
3. Número de TBARS de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural em função do tempo de estocagem.....	121
4. Notas médias de aceitação sensorial de embutidos fermentados de carne de caprinos em função do tempo de estocagem.....	121
5. Médias das notas sensoriais da equipe para o atributo cor vermelha em função do tempo de estocagem.....	122
6. Médias das notas sensoriais da equipe para o atributo aroma oxidado em função do tempo de estocagem	122
7. Médias das notas sensoriais da equipe para o atributo sabor oxidado em função do tempo de estocagem.....	123
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Categorias de armazenamento de produtos cárneos, baseados na Aw e pH do produto, com temperatura de estocagem recomendada – diretiva EC nº77/99, 21/12/1976	9
TABELA 2. Parâmetros internos e externos que influenciam a qualidade e variedade de diferentes produtos cárneos fermentados	12
TABELA 3. Características de embutidos fermentados secos e semi-secos	14
TABELA 4. Relação umidade/proteína para produtos fermentados	14
TABELA 5. Condições alternativas de temperatura e umidade relativa para elaboração de embutidos fermentados	15
TABELA 6. Controle tempo-temperatura recomendado para utilização no processamento de embutido seco fermentado	17
TABELA 7. Microrganismos utilizados como culturas starters	19
TABELA 8. Períodos de indução (100°C) em gordura de frango estabilidade com diferentes extratos de antioxidantes na concentração de 500 ppm	27
TABELA 9. Características dos microrganismos das culturas LHP, FF-2 e SPX	35
TABELA 10. Ingredientes utilizados para processamento de embutidos fermentados	40
TABELA 11. Condições de processamento (temperatura e umidade relativa) utilizadas nos experimentos	43
TABELA 12. Valores médios finais de pH e Aw dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura	59
TABELA 13. Composição química dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura	59
TABELA 14. Características microbiológicas dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura	60
TABELA 15. Valores médios de testes de aceitação para aceitação global, aparência, aroma, sabor e textura dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura	61
TABELA 16. Controle tempo-temperatura para embutidos fermentados formulados com diferentes culturas starters	68

TABELA 17. Valores finais de pH, Aw e porcentagem de ácido lático para embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters	71
TABELA 18. Características microbiológicas dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters	73
TABELA 19. Valores médios de notas de aceitação sensorial para aceitação global, aparência, aroma, sabor e textura para embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters	74
TABELA 20. Composição química e relação umidade:proteína dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural	80
TABELA 21. Valores médios finais de pH e Aw dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural.....	81
TABELA 22. Registro das temperaturas e umidades relativas atuais, máximas e mínimas no decorrer de período de estocagem à temperatura ambiente.....	82
TABELA 23. Caracterização microbiológica inicial dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural	84
TABELA 24. Equações das retas obtidas por regressão linear dos valores de pH em função do tempo de estocagem, onde x=tempo e y=pH.....	85
TABELA 25. Equações das retas obtidas por regressão linear dos valores de TBARS em função do tempo de estocagem, onde x=tempo e y=TBARS	88
TABELA 26. Análise microbiológica de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural, no tempo 30 dias	90
TABELA 27. Análise microbiológica de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural, no tempo 60 dias	91
TABELA 28. Análise microbiológica de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural, no tempo 75 dias	91

TABELA 29. Análise microbiológica de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural, no tempo 90 dias	92
TABELA 30. Valores de p de $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$ da ANOVA de cada provador, por atributo.....	97
TABELA 31. Média das notas atribuídas pelos provadores e equipe para cada atributo	98
TABELA 32. Valores de $F_{amostra}$, $F_{provador}$ e $F_{amosxprov}$ obtidos pela Análise de Variância dos dados da equipe de provadores nos tempos zero, 30, 60 e 75 dias.....	100
TABELA 33. Retas obtidas por regressão linear das médias das notas sensoriais da equipe para o atributo cor vermelha em função do tempo de estocagem, onde x=tempo em dias e y=nota sensorial média do atributo.....	103
TABELA 34. Retas obtidas por regressão linear das médias das notas sensoriais da equipe para o atributo aroma oxidado em função do tempo de estocagem, onde x=tempo em dias e y=nota sensorial média do atributo	103
TABELA 35. Retas obtidas por regressão linear das médias das notas sensoriais da equipe para o atributo sabor oxidado em função do tempo de estocagem, onde x=tempo em dias e y=nota sensorial média do atributo.....	104
TABELA 36. Coeficientes de correlação entre o número de TBARS e notas sensoriais obtidas para embutidos fermentados de carne de caprinos com diferentes níveis de antioxidante, para cada tratamento.....	109
TABELA 37. Valores finais de pH e A_w de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos.....	113
TABELA 38. Valores médios de composição química de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos.	114
TABELA 39. Características microbiológicas de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos.....	115
TABELA 40. Valores médios de aceitação global de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos.	116

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.Estruturas de compostos antioxidantes encontrados em extratos de alecrim	29
FIGURA 2.Fluxograma geral de processamento de embutidos fermentados.....	41
FIGURA 3.Ficha sensorial para teste de aceitação: avaliação de aceitação global	51
FIGURA 4.Ficha sensorial para teste de aceitação: avaliação da aparência.....	52
FIGURA 5.Ficha sensorial para teste de aceitação: avaliação dos atributos aroma, sabor e textura	53
FIGURA 6.Ficha sensorial para seleção/treinamento de provadores.....	54
FIGURA 7.Ficha sensorial para avaliação dos produtos durante vida-de-prateleira	55
FIGURA 8.Evolução do pH dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura.....	58
FIGURA 9.Evolução da Aw dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura.....	58
FIGURA 10.Histograma de frequência das notas atribuídas para aceitação global dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura.....	63
FIGURA 11.Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo aparência dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura.....	63
FIGURA 12.Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo aroma dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura.....	64
FIGURA 13.Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo sabor dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura.....	64
FIGURA 14.Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo textura dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura.....	65

FIGURA 15.Representação gráfica do somatório das frequências de notas 6/7/8/9 para embutidos fermentados formulados com diferentes teores de gordura.....	65
FIGURA 16.Evolução do pH de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters	67
FIGURA 17.Evolução da Aw de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters	68
FIGURA 18.Evolução da produção de ácido lático para embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters	70
FIGURA 19.Histograma de frequência das notas atribuídas para aceitação global dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters	74
FIGURA 20.Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo aparência dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters	75
FIGURA 21.Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo aroma dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters	75
FIGURA 22.Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo sabor dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters	76
FIGURA 23.Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo textura dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters	76
FIGURA 24.Representação gráfica do somatório das frequências de notas 6/7/8/9 para embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters	77
FIGURA 25.Evolução do pH dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural	79
FIGURA 26.Evolução da Aw dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural	79
FIGURA 27.Variação do pH em função do tempo de estocagem.	86
FIGURA 28.Variação da Aw em função do tempo de estocagem.....	87

FIGURA 29. Variação do TBARS em função do tempo de estocagem.....	89
FIGURA 30. Aceitação sensorial em função do tempo de estocagem.....	93
FIGURA 31. Histogramas de frequência das notas de aceitação sensorial para embutidos fermentados de carne de caprinos nos tempos zero e 30 dias.....	94
FIGURA 32. Histogramas de frequência das notas de aceitação sensorial para embutidos fermentados de carne de caprinos no tempo 60 e 75 dias	95
FIGURA 33. Representação gráfica do somatório das notas 6/7/8/9 em função do tempo de estocagem, para embutido fermentado de carne de caprinos com diferentes níveis de antioxidante natural.....	96
FIGURA 34. Notas médias dadas por cada provador para o atributo cor vermelha no tempo 75 dias	101
FIGURA 35. Variação das médias das notas sensoriais da equipe para o atributo cor vermelha em função do tempo de estocagem	104
FIGURA 36. Variação das médias das notas sensoriais da equipe para o atributo aroma oxidado em função do tempo de estocagem	105
FIGURA 37. Variação das médias das notas sensoriais da equipe para o atributo sabor oxidado em função do tempo de estocagem	105
FIGURA 38. Configuração gráfica (“aranha”) dos atributos sensoriais relativos à oxidação de embutidos fermentados de carne de caprinos com diferentes níveis de antioxidante natural no tempo zero	107
FIGURA 39. Evolução do pH dos embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos.....	111
FIGURA 40. Evolução da Aw dos embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos.....	112
FIGURA 41. Representação gráfica do somatório das frequências de notas 6/7/8/9 da escala hedônica de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos.....	117
FIGURA 42. Histograma de frequência para notas de aceitação global dos produtos formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos.	117

ABREVIATURAS E SIGLAS

AMI – American Meat Institute

AOAC - Association of Official Analytical Chemists

Aw – atividade de água

BHA – t-butil hidroxianisol

BHT – t-butil hidroxitolueno

CE – Comunidade Européia

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EVOH – copolímero etileno álcool vinílico

ICMSF – International Commission on Microbiological Specifications for Foods

INEMET/FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

MA - malonaldeído

PEAD – polietileno de alta densidade

PEBD – polietileno de baixa densidade

PEMD – polietileno de média densidade

PG - propilgalato

TBA – ácido tiobarbitúrico

TBARS – Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

UR – umidade relativa

USDA – United States Department of Agriculture

Tese de doutorado: “Utilização de carne de caprinos no processamento de embutido fermentado, tipo salame”

Autora: Renata Tieko Nassu

Orientadora: Lireny Aparecida Guaraldo Gonçalves

RESUMO

Carne de caprinos foi utilizada como principal matéria-prima na elaboração de embutido fermentado. Foram avaliados os efeitos de diferentes teores de gordura, a utilização de diferentes culturas starters e a incorporação de carne de caprinos junto de carne suína nas características físico-químicas, químicas, sensoriais e microbiológicas nos produtos finais obtidos. A estabilidade oxidativa de embutido fermentado de carne de caprinos, com dois níveis de antioxidante natural (alecrim – *Rosmarinus officinalis*), à temperatura ambiente, também foi avaliada através de análises periódicas de pH, Aw, TBARS, aceitação global e perfil sensorial descritivo de atributos relacionadas à oxidação dos produtos, durante 90 dias.

A formulação com 20% de gordura foi considerada a mais adequada. Os produtos obtidos pela adição de diferentes culturas starters apresentaram-se seguros do ponto de vista microbiológico, com notas de aceitação sensorial similares, porém com diferentes valores finais de pH, Aw e % de ácido lático. Durante estocagem à temperatura ambiente, as amostras apresentaram níveis microbiológicos satisfatórios.

No estudo de estabilidade oxidativa, valores iniciais de TBARS indicaram que ocorreu oxidação de lipídios durante as etapas de processamento dos produtos. Não foram encontradas correlações significativas entre valores de TBARS e análise sensorial, com exceção do atributo “aroma oxidado” para amostra controle. A formulação com 0,05 % de alecrim apresentou melhores características em relação à estabilidade oxidativa, com menor valor de TBARS inicial, maiores somatórios de notas acima de 6 de aceitação sensorial e maior valor de notas sensoriais para o atributos cor vermelha e menores para aroma e sabor oxidado em relação à amostra com 0,025% de alecrim.

Palavras-chave: carne de caprinos, embutido fermentado, cultura starters, oxidação, antioxidante natural, alecrim.

Doctorate thesis: “Utilization of goat meat in salami type fermented sausage processing”

Author: Renata Tieko Nassu

Advisor: Lireny Aparecida Guaraldo Gonçalves

SUMMARY

Goat meat was used for fermented sausage processing. The effect of different fat levels, starter cultures and mixture of goat meat and pork meat in the physico-chemical, chemical, sensory and microbiological characteristics of final obtained products were evaluated. Oxidative stability of goat meat fermented sausage, containing two different levels of natural antioxidant (rosemary – *Rosmarinus officinalis*), at room temperature was also evaluated through periodical analysis of pH, water activity, TBARS, overall acceptance and descriptive sensory profile of lipid oxidation related attributes, during 90 days.

Sample with 20% fat content was considered as the most suitable. Products obtained by addition of different starter cultures were safe from the microbiological point of view, showing similar overall acceptance scores, but different final values of pH, water activity and % lactic acid. Microbiological analysis were satisfactory during room temperature storage for all studied treatments.

Initial values of TBARS indicate that lipid oxidation occurred during processing steps of fermented sausages. Significant correlations were not found between TBARS values and sensory analysis, except for oxidized aroma in the control sample. Formulation with rosemary 0,05% showed the best characteristics in relation to oxidative stability, with the lowest TBARS initial value, highest sum of overall acceptance sensory scores and highest value for red color, and lowest for oxidized aroma and flavor, when compared to sample with rosemary 0,025%.

Key words: goat meat, fermented sausage, starter culture, oxidation, natural antioxidant, rosemary.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as alternativas econômicas para a região do semi-árido nordestino destaca-se o criatório de caprinos, animais que pela sua rusticidade, fertilidade, capacidade de aproveitar vegetação grosseira e restos de culturas e de consumir maior variedade de plantas que os bovinos e ovinos, são perfeitamente adaptados ao meio ambiente. Portanto, a caprinocultura consiste em uma atividade de considerável importância sócio-econômica para a região (MADRUGA et al., 1999).

A carne e leite de caprinos podem resultar em renda para o pequeno produtor podendo ser consumidos tanto *in natura* como na forma de produto processado: queijo, iogurte, carne salgada e seca, entre outros. Atualmente, identificou-se uma preferência do consumidor por carne *in natura* de cabritos ou cordeiros, de modo que cortes nobres alcancem bom valor de mercado em detrimento do restante. Analogamente, a carne proveniente de animais velhos ou de descarte são pouco valorizados devido às suas características sensoriais, tais como aroma e sabor acentuados (BESERRA, 1999).

O processamento de carne pode agregar valor à carne de caprinos, com utilização de cortes não aproveitados para consumo *in natura*, gerando maiores alternativas para sua comercialização. Isto possibilita o desenvolvimento da industrialização de produtos derivados, contribuindo para a geração de empregos e aumentando a receita e oferta de produtos disponíveis comercialmente.

O embutido fermentado seria uma alternativa de processamento, pois além da obtenção de um produto estável à temperatura ambiente, o sabor ácido proporcionado pela presença de bactérias lácticas auxiliaria a mascarar o sabor e aroma característicos da carne de caprinos.

Este estudo teve como objetivo o desenvolvimento de embutido fermentado de carne de caprinos, verificando-se o efeito da modificação de alguns parâmetros internos de processamento e estudo da estabilidade do produto, com ênfase em sua estabilidade oxidativa, durante o período de 90 dias. Esta proposta justifica-se pela possível contribuição ao estudo das formas de aproveitamento deste tipo de carne, face à carência de estudos sobre utilização de carne de caprinos em produtos processados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características de produção e aproveitamento tecnológico da carne de caprinos

O efetivo do rebanho de caprinos no mundo é de 588 milhões de cabeças, sendo que o maior rebanho localiza-se na Ásia com 359 milhões de animais, seguindo-se a África e a América do Sul. Os principais países produtores são a China (150 milhões), Índia (120 milhões de cabeças) e Paquistão (44 milhões). No continente americano, os maiores criadores são Brasil e México, com rebanhos superiores a 10 milhões de animais (FAO, 1995; MACHADO, 1998). No Brasil, o rebanho caprino alcança cerca de 11,3 milhões de cabeças (IBGE, 1997). O Nordeste concentra cerca de 90% deste total, com 10 milhões de animais. Os principais Estados produtores são: Bahia, Piauí, Pernambuco e Ceará. Os abates representaram 5,8 % do rebanho nacional (cerca de 627.000 animais) no ano de 1996 (IBGE, 1997). Deve-se considerar que nestes números não estão computados os abates realizados para consumo próprio, ou clandestinamente.

Explorados de forma extensiva, estes animais têm aumentado seu contingente populacional, graças à rusticidade e adaptação ao meio ambiente em que predomina a vegetação de caatinga. A larga difusão deste rebanho na região Nordeste se deve ao fato de representar uma importante fonte de sobrevivência da população desta região, fornecendo carne, leite, pele e esterco. As principais raças são: Moxotó, Marota, Repartida e Canindé, coexistindo com as cabras nativas, ou SRD (Sem Raça Definida) (OLIVEIRA & LIMA, 1994).

O propagado preconceito envolvendo o consumo deste tipo de carne existente nos centros urbanos, é pequeno em relação ao universo de consumidores que a aceitam, não se expandindo a procura por esta proteína animal por conta da limitada e irregular oferta desse produto (CAVALCANTI e SILVA, 1988). Segundo pesquisa direta realizada pelo SEBRAE – Ceará, na cidade de Fortaleza em janeiro de 1998, o consumo per capita anual de carne de caprinos no ano de 1997 foi muito baixa, sendo de 0,375 kg/ano (MEDEIROS, 1998).

O nível de consumo de carne de caprinos no Nordeste pode ser classificado como baixo em decorrência da baixa qualidade do produto oferecido, resultado de deficientes

critérios de seleção para o abate, estocagem e comercialização das carnes e do baixo nível de higiene nas operações de abate e comercialização. É necessária a adequação de tecnologias disponíveis para a preservação de carnes às peculiaridades das áreas mais subdesenvolvidas, a fim de se possibilitar o aumento do consumo regional. As técnicas apropriadas devem ser baratas, simples, fáceis de operar e de boa adaptação às condições climáticas e sócio-econômicas, bem como serem compatíveis com a tradição regional de aceitação de alimentos. Por outro lado, se o objetivo final da produção de carnes é o mercado de exportação, deverão ser aplicadas tecnologias compatíveis com os níveis de qualidade exigidos no comércio internacional deste tipo de alimento. O potencial de comercialização da carne de caprinos poderá ser desenvolvido à medida em que as modernas tecnologias de transformação possam ser inseridas no contexto produtivo já que sua industrialização é pouco comum, e quando realizada, é de forma artesanal sem uma adequada tecnologia e em precárias condições de higiene (ZAPATA, 1994).

Para a expansão da comercialização da carne de caprinos, preconiza-se a melhor apresentação do produto, com padronização de cortes e campanhas publicitárias. A existência de fornecedores em larga escala com produto de boa qualidade é de suma importância para a dinamização do mercado. O mercado internacional apresenta ampla possibilidade para colocação do produto nacional, desde que atenda aos requisitos de qualidade e oportunidade (OLIVEIRA & LIMA, 1994). Países do Oriente Médio, como a Arábia Saudita, são grande consumidores de carne caprina.

Da carcaça, os cortes geram: pernil, lombo, paleta, serrote e pescoço. De modo geral a carne caprina é consumida assada ou cozida, enquanto as vísceras o são sob a forma de “buchada”. O sangue, puro ou misturado às vísceras, é consumido como “sarrabulho”. Nas áreas rurais, a carne é preservada, salgada e seca ao sol ou pré-cozida. Em países mais desenvolvidos, o produto é de boa qualidade, embalado a vácuo, com larga distribuição e as indústrias oferecem o produto na forma de cortes congelados ou embutido como salsicha (OLIVEIRA & LIMA, 1994).

O consumo da carne caprina compreende, além da carcaça, as vísceras (coração, fígado, rins, língua, etc.) que são comestíveis e largamente apreciados. A boa qualidade do

produto é determinado pelo aspecto higiênico (limpeza e ausência de doenças), composição da carcaça (carne, ossos, gordura), palatabilidade e apresentação.

As alternativas tecnológicas para carnes caprinas e ovinas, segundo ZAPATA (1994), incluem:

- Estimulação elétrica das carcaças e uso de novos métodos de resfriamento (condicionamento), maturação e amaciamento da carne objetivando sua distribuição no comércio de carnes nobres, ou no mercado internacional.

- Uso da carne separada mecanicamente em produtos de uso institucional, estáveis à temperatura ambiente.

- Utilização de carnes caprinas e ovinas fragmentadas em formulações de embutidos, juntamente com carnes bovinas e/ou suínas.

- Uso de cortes nobres na elaboração de presuntos e defumados.

- Utilização da carne caprina/ovina em refeições preparadas em indústrias ou instituições (termoprocessadas, refrigeradas ou congeladas para uso do binômio freezer/forno de microondas).

Vários autores relatam a utilização de carne de caprinos em produtos cárneos processados, tais como salsichas, produtos de umidade intermediária (kilishi), carne condimentada e enlatada, produtos reestruturados (“nuggets”), produtos curados e defumados, patês, embutidos cozidos, defumados e/ou fermentados, como por exemplo salames (carne bovina, suína e ovina/caprina, contendo toucinho), “krakauer” (embutido de carne ovina/caprina e suína), “lyoner” (produto de composição similar aos salames, porém sem sofrer fermentação) e salsichas tipo Viena (ROÇA, 1993, citado por ZAPATA, 1994).

ARGANOSA et al. (1975) desenvolveram embutidos frescos formulados com diferentes proporções de carne caprina e carne suína. Os valores de umidade, gordura e proteína variaram de acordo com a porcentagem de gordura da carne suína. Não foram encontradas diferenças significativas na textura, aceitação global e “off-flavor” para os embutidos com diferentes níveis de carne de caprinos.

MARSHALL et al. (1977) utilizaram carne de caprinos mecanicamente desossada para fabricação de embutidos emulsionados, comparando-os com controles contendo carne bovina e suína mecanicamente desossadas. Amostras contendo carne de caprinos foram bem aceitas sensorialmente, porém foi concluído que a proporção de ossos na carne mecanicamente separada tinha maior influência na aceitabilidade do que a diferença entre os tipos de carne.

PADDA et al. (1985) estudaram o efeito de diferentes níveis de gordura adicionados em produtos reestruturados de carne caprina, sob o aspecto organoléptico. Produtos com alto teor de gordura (25 a 30%) apresentaram aroma, textura e aceitação significativamente menores, sendo que a formulação com 20% de gordura foi considerada como ideal. Produtos reestruturados foram desenvolvidos por PADDA et al. (1988), onde foi verificada a influência da utilização de matéria-prima que sofreu diferentes tratamentos, no processamento destes produtos, onde se concluiu que a desossa a quente aumentou o rendimento se o processamento ocorresse a 1 a 2 horas pós-mortem, mas diminuindo se processado mais tarde. Em um outro estudo com produtos reestruturados, SHARMA et al. (1988), compararam métodos de cominuição, para posterior processamento destes produtos. Os melhores resultados foram obtidos para carnes moídas primeiramente em placas com furos de 9 mm, depois em placas de furos menores, de 4 mm. Em um estudo posterior, SHARMA et al. (1989) testaram formulações com ou sem “extenders”, sendo que os produtos foram analisados sensorialmente. Amostras pré-cozidas, congeladas e reaquecidas permaneceram aceitáveis. BERRY et al. (1990) compararam produtos reestruturados elaborados com carne de caprinos com aqueles formulados com outros tipos de carne, relataram que a rejeição aos produtos contendo carne de caprinos, aparentemente devido ao aroma e sabor característicos, poderiam ser revertidos ao se utilizar carne bovina ou suína, em formulações mistas.

BIFANI & MAZA (1987) substituíram carne magra bovina por carne caprina, em uma formulação típica de patê. Sensorialmente, não foram encontradas diferenças significativas entre os patês elaborados com carne caprina e aqueles com carne bovina.

OKONKWO (1987) estudou a aceitabilidade, preferência e atitude do consumidor diante o produto cárneo defumado denominado “banda”, largamente consumido na Nigéria. A fonte de carne mais aceita foi a bovina, seguida pela de aves e de caprinos.

Estudos sobre a aceitabilidade de produtos cárneos processados a partir de carne de caprinos adultos foram desenvolvidos por BREUKINK & CASEY (1989), onde foram processadas salsichas tipo Viena e produtos defumados. A carne de caprinos foi avaliada, sendo que características como baixo teor de proteína e maior valor de teor de gordura em relação à carne bovina influenciaram a qualidade do produto final. Salsichas processadas com carne caprina foram consideradas mais macias, menos suculentas e com aroma menos desejável em relação àquelas processadas com carne bovina. O produto defumado apresentou qualidade sensorial superior ao produto elaborado com carne bovina.

SILVEIRA & ANDRADE (1991) recomendam a utilização de carne proveniente de animais mais velhos na formulação de produtos fermentados por apresentarem um teor de umidade mais baixo e uma coloração mais acentuada.

KRUPA et al. (1992) relataram o processamento de salsichas cujas formulações continham carne de suínos e de caprinos. Os teores de umidade e proteína aumentaram e a de gordura diminuiu à medida que a porcentagem de carne caprina foi adicionada. Além disso, a utilização da carne de caprinos demonstrou ser uma matéria-prima econômica e de boa aceitação. Em um outro estudo, DZUDIE & TANDEM (1994) compararam salsichas feitas a partir de carne de caprinos, coelhos e bovinos, quanto à sua composição, analisando as amostras sensorialmente. As salsichas de carne de caprinos obtiveram maiores pontuações em relação às de carne de bovinos.

PAL & AGNIHOTRI (1994) desenvolveram um produto curado com carne de caprinos, que apresentou qualidade microbiológica satisfatória e boa aceitação durante um período de estocagem de 60 dias.

SELVARAJ et al. (1989) em estudo sobre a influência do tempo de estocagem nas qualidades organolépticas de carne caprina condimentada e enlatada, concluíram que o produto permaneceu palatável até 90 dias.

MUSONGE & NJOLAI (1994) utilizaram carne de caprinos para estudar várias condições de processamento (diferentes tempos e condições de secagem) para obtenção do kilishi, um produto de umidade intermediária largamente consumido em Camarões.

YOUYIN et al. (1996) utilizaram carne de caprinos na elaboração de carne seca, aplicando conceitos de APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) e cozimento a alta pressão. Os produtos obtidos apresentaram cor, textura e sabor satisfatórios e nenhum aroma característico de caprinos, segundo painel sensorial, como também estabilidade de um ano.

2.2. Alimentos de umidade intermediária

Os produtos alimentícios que não necessitam refrigeração são de especial interesse para países em desenvolvimento devido ao alto custo da refrigeração e sua pouca disponibilidade. À medida em que o produto não necessita refrigeração, a sua distribuição fica simplificada e economiza-se energia na estocagem. Além disso, a preservação de alimentos em países menos desenvolvidos deve ser barata e simples, porém confiável. Muitos dos alimentos que permanecem estáveis, seguros e palatáveis durante estocagem prolongada sem refrigeração, mesmo sob as difíceis condições climáticas dominantes em muitos países em desenvolvimento, são os alimentos de umidade intermediária, com faixa de atividade de água (A_w) de 0,90 a 0,60 (FERNÁNDEZ-SALGUERO, 1995; LEISTNER, 1995). Porém, tais alimentos quase sempre não são palatáveis (muito doce ou salgado e/ou muito duros). Por isso, as pesquisas atuais estão direcionadas para alimentos de umidade mais alta (com atividade de água de 0,95 a 0,98), que são estabilizadas por obstáculos adicionais e portanto podem ser estocados sem refrigeração (LEISTNER, 1995).

Estes produtos podem ser elaborados utilizando-se a teoria dos obstáculos, uma extensão do conceito de alimentos de umidade intermediária (LEISTNER, 1995). Segundo este conceito, o resfriamento poderia ser substituído, pelo menos parcialmente, por obstáculos ao desenvolvimento microbiano, onde uma redução menor na atividade de água é compensada pela ação preservativa de outros fatores, tais como redução do pH, tratamento térmico brando, utilização de aditivos, flora competitiva, embalagem, entre outros. Como os

fatores de preservação nos métodos combinados são utilizados em menor intensidade, as modificações no alimento original são menos radicais do que nos alimentos de umidade intermediária propriamente ditos (AGUILERA & CHIRIFE, 1994; HOCKING & CHRISTIAN, 1995; LEISTNER, 1995).

Dentre os produtos considerados como de umidade intermediária preservados por métodos combinados pode-se citar produtos cárneos produzidos na China, tais como Rougan, La Chang, Tsusou-Gan; o Biltong e Kilishi, encontrados na África e o Charque e a Carne de Sol, produzidos no Brasil (LEISTNER, 1990). ZAPATA et al. (1990) desenvolveram um produto moído, salgado e seco, podendo ser classificado como sendo de umidade intermediária, à base de carne ovina. LEISTNER (1994) descreve a composição e processamento de alguns produtos desenvolvidos para fins militares, que poderiam ser utilizados pelo setor civil, especialmente quando não existem condições de refrigeração. Entre estes produtos, pode-se citar o embutido de fermentação rápida, com pH menor que 5,4 e atividade de água menor que 0,95; o mini-salame (atividade de água menor que 0,82, vida-de-prateleira de 7 meses); “brüwurst” seco (atividade de água menor que 0,85), entre outros. Em estudo de classificação de produtos de umidade intermediária em países ibero-americanos, WELTI et al. (1994) caracterizaram estes produtos como crus ou cozidos. Os produtos apresentaram atividade de água com valores variando de 0,67-0,95; umidade, 16,2 a 60%; teor de sal 2,5 a 26% e pH, 4,5 a 6,8. A atividade de água foi considerada como o fator estabilizante mais importante para produtos cárneos de umidade intermediária. Cura, defumação e fermentação são aplicados, na maioria das vezes empiricamente, para dar maior estabilidade aos produtos.

Certos tipos de embutidos crus fermentados, quando adotados os critérios de classificação de acordo com atividade de água e pH, são enquadrados na classe de alimentos de umidade intermediária, conservados por métodos combinados. Produtos como presuntos crus e embutidos secos fermentados apresentam atividade de água relativamente alta, entre 0,80 a 0,95 (HOCKING & CHRISTIAN, 1995). Quando suficientemente secos, chegam a atividade de água menores que 0,90. Sendo produtos fáceis de preparar e estáveis a temperatura ambiente, poderiam beneficiar países em desenvolvimento (LEISTNER, 1995).

Na Tabela 1 é apresentada a classificação de produtos cárneos segundo diretiva da União Européia CE nº77/99 de 21/12/1976.

TABELA 1. Categorias de armazenamento de produtos cárneos, baseados na Aw e pH do produto, com temperatura de estocagem recomendada – diretiva CE nº77/99, 21/12/1976

CATEGORIA	CRITÉRIOS	TEMPERATURA DE ESTOCAGEM (°C)
Estável	Aw ≤0,95 e pH≤5,2 ou Aw≤0,91 ou pH≤4,5	não necessita refrigeração
Perecível	Aw≤0,95 ou pH≤5,2	≤ +10°C
Altamente perecível	Aw>0,95 e pH>5,2	≤ +5°C

Fonte: FERNANDÉZ-SALGUERO, 1995

Embutidos fermentados são preferencialmente deteriorados por microrganismos do gênero *Penicillium*, *Eurotium*, *Aspergillus*, *Cladosporium* e outros bolores, devido à atividade de água característica destes produtos. Para sua estabilidade microbiológica é preciso uma combinação de fatores, tais como atividade de água reduzida, presença de nitrito, baixo pH (de 5,3-5,8), adição de sal, redução de potencial redox por embalagem a vácuo e às vezes tratamento térmico durante processamento (HOCKING & CHRISTIAN, 1995).

Através de uma sequência de obstáculos, embutidos fermentados têm microrganismos patogênicos inibidos e a flora competitiva é selecionada. Nos estágios iniciais do processo de maturação, nitrito e sal inibem a maioria das bactérias, entre elas as *Salmonellas*. A atividade de água também decresce a 0,96-0,97, provocando a inibição da maioria dos microrganismos aeróbios Gram negativos. O crescimento de todas as bactérias

patogênicas é inibido pela redução de atividade de água para 0,92, com exceção do *Staphylococcus aureus*, cujo crescimento não pode ser evitado utilizando-se apenas a diminuição de atividade de água, necessitando a utilização de outros obstáculos (AGUILERA & CHIRIFE, 1994).

O crescimento da flora de bactérias lácticas, micrococos e estafilococos não patogênicos é favorecido, reduzindo o oxigênio disponível e causando queda no pH, inibindo microrganismos como as *Pseudomonas* e favorecendo a flora láctica. Desta forma, a estabilidade é alcançada pela sequência de cinco obstáculos: conservantes, potencial redox, flora competitiva, pH e atividade de água. Estes obstáculos inibem com eficácia o crescimento de microrganismos patogênicos, como *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, assim como bactérias responsáveis pela deterioração do produto (LEISTNER, 1994).

Salmonellas são inibidas pelo sal e nitrito, mesmo quando o pH está acima de 5,3, enquanto que o potencial de crescimento de *Listeria monocytogenes* durante a fermentação é pequeno, sendo que as condições de controle para *Salmonella* e *S. aureus* também controlarão este patógeno. Porém, em embutidos secos *L. monocytogenes* pode sobreviver, portanto é importante utilizar culturas que produzam bacteriocinas, às quais o referido microrganismo é sensível (LUCKE, 1994). HARRIS et al. (1989) relatam a inibição de *L. monocytogenes* pela ação de bacteriocinas produzidas por *Pediococcus acidilactici* e *P. pentosus*. CARNEIRO (1998) também relatou a inibição de *L. monocytogenes* pela produção de pediocinas pelos microrganismos *Staphylococcus xylosum*, *Pediococcus acidilactici* e *Lactobacillus bavaricus*. Em relação à toxina botulínica, a produção de ácido pelas culturas starters são eficazes na prevenção de seu aparecimento mesmo na ausência de nitrito. Porém, a diminuição de níveis de nitrito, o uso de culturas starters e carboidratos fermentáveis devem ser rigorosamente controlados para não comprometer a segurança do produto (BACUS, 1986).

2.3. Embutidos Fermentados

A fermentação e a secagem são antigos métodos de preservação de alimentos utilizados pelo homem. Embutidos fermentados caracterizam-se pelo seu baixo teor de umidade e atividade de água, e a presença de ácido láctico, em concentração que confere ao produto um sabor agradável. O processamento destes produtos tem como princípio básico a utilização de métodos combinados de preservação, com a redução da atividade de água e do pH do produto, permitindo obtenção de um produto estável à temperatura ambiente (YAMADA & BERAQUET, 1993).

O processo tecnológico que define os embutidos fermentados compreende uma moagem da carne *in natura* em uma granulometria variando de grosseira a fina conforme o tipo de produto, e posterior maturação, empregando-se microrganismos desejáveis, conduzida em condições controladas de temperatura e umidade relativa durante um período que varia de dias a meses. Estes produtos ser defumados ou não, fermentados por bolores, com estabilidade microbiológica assegurada pela redução da atividade de água e/ou pH (LEISTNER, 1990).

A produção nacional de embutidos fermentados (salames italiano, milano, hamburgês, salaminho) é superior a 15 mil toneladas/ano, concentrada na região Sul, mobilizando anualmente recursos superiores a 60 milhões de dólares (TONI et al., 1994).

Existe uma grande variedade de embutidos fermentados, produzidos por diferentes técnicas. A preferência do consumidor varia muito entre os países, mesmo em diferentes regiões da Alemanha (LUCKE, 1994). A formulação comumente utilizada contém partes iguais de carne bovina, suína e toucinho costal-lombar de suínos. Em alguns países, utiliza-se apenas carne suína ou bovina, e em outros locais, gordura proveniente de carneiro. São exemplos de embutidos fermentados segundo seus nomes originais, a “summer sausage”, “cervelat”, “thuringer”, “salami Italiano” e “salami Genoa” (Itália), “pepperoni”, “chorizo” e “salsichon” (Espanha), “rohwrurst”, “bruwurst”, “mettwurst” (Alemanha). Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros internos e externos que poderiam ser variados com o objetivo de obtenção de diferentes produtos.

TABELA 2. Parâmetros internos e externos que influenciam a qualidade e variedade de diferentes produtos cárneos fermentados

PARÂMETRO	VARIÁVEIS	RECOMENDAÇÕES (a)
Matéria-prima	Espécie de animal (bovino/suíno/aves) Idade ao abate Alimentação de suínos (tipo de gordura) Tipo de tecido adiposo utilizado (costo-lombar, barriga) Formulação (% de gordura)	pH da carne $\leq 5,8$ Boa qualidade microbiológica Sem antibióticos Não utilizar gordura rancificada ou muito insaturada
Aditivos/ingredientes	Cloreto de sódio Nitrato/nitrito Quantidade de açúcar Tipo de açúcar (glicose/sacarose/lactose) Cultura starters (tipo/quantidade/combinção de culturas) Ascorbato/isoascorbato Condimentos Proteínas não-cárnicas	Aw inicial 0,955-0,965/2 a 3% Adição 100mg nitrito de sódio/kg (b) 0,2 a 0,7% 0,2 a 0,5% de açúcar rapidamente fermentável tipo de cultura que reduza para $\text{pH} \leq 5,3$ durante a fermentação (c)
Cominuição	Método (moedor/"cutter") Grau de moagem (grosso/fino)	Utilizar baixa temperatura para evitar fusão da gordura
Embutimento	Tipo de embutideira Material tripa (colágeno/natural/celulose) Diâmetro da tripa	Evitar incorporação de ar Alta permeabilidade para vapor e fumaça e baixa permeabilidade para O_2 Encolhível, descascável
Maturação	Fermentação: Temperatura Tempo Umidade relativa Secagem: Temperatura Tempo Umidade Relativa Velocidade do ar	$\leq 25^\circ\text{C}$ até pH 5,3 sem condensação vapor; U.R. câmara 5 a 10 unidades abaixo da U.R. do produto $\leq 15^\circ\text{C}$ até que $\text{Aw} \leq 0,90$ U.R. câmara 10-15 unidades abaixo da U.R. do produto secagem uniforme
Tratamento da superfície	Defumação Cultura starters com mofos Banho sorbato	nenhum crescimento de mofos indesejáveis

(a) Algumas modificações são possíveis se forem tomadas as precauções necessárias (exemplo: temperatura de processo mais baixas)

(b) Quantidades menores necessitam menores temperaturas de fermentação ou formação de ácido mais rápida. Uso de nitrato ao invés de nitrito necessita menor temperatura de fermentação

(c) Depende da temperatura de fermentação

Fonte: adaptado de LUCKE, 1994.

Vários autores relatam variações do tipo de matéria-prima na elaboração de embutidos fermentados. ACTON & DICK (1975) utilizaram carne de peru para produção de embutido fermentado e estudaram a influência de vários parâmetros de processamento tais como temperatura e porcentagem de gordura nas características sensoriais do produto. KLETTNER et al. (1989) relatam o processamento de salame a partir de misturas em partes iguais de carne ovina, bovina e suína. Em alguns estudos, foi utilizada a carne de frango mecanicamente separada (CFMS), obtendo-se bons resultados em relação à qualidade organoléptica com adições de até 37% de CFMS, como também não houve influência na queda do pH durante o processamento com adições de até 25% (SILVA, 1990; GARCIA, 1995). Em alguns países como Noruega, são produzidos embutidos fermentados secos com carne ovina (HELGESEN & NAES, 1995). HWANG et al. (1989) prepararam embutidos fermentados com carne de bacalhau, junto de carne de frango, bovina ou suína. Os embutidos formulados com carne de bacalhau foram considerados como aceitáveis, porém alguns provadores perceberam o sabor de peixe nos embutidos mistos de carne de peixe e frango. BÖHME et al. (1996) relataram a utilização de carne de avestruz na formulação de salame tipo Italiano, utilizando diferentes culturas starters, concluindo que a melhor combinação para este tipo de carne seria aquela composta por *L. curvatus* e *Micrococcus* sp., resultando em um salame com qualidades organolépticas aceitáveis.

Os embutidos fermentados são classificados como produtos secos ou semi-secos e geralmente não são emulsionados. Embutidos semi-secos normalmente são defumados e submetidos à temperatura de pelo menos 63°C, enquanto que os secos não são cozidos e podem ser defumados ou não, sendo mais secos, firmes e caros que os semi-secos (HUST, 1977; PEARSON & TAUBER, 1984). Na Tabela 3 são apresentadas as características de alguns embutidos fermentados secos e semi-secos.

Segundo as Boas Práticas de Fabricação do AMERICAN MEAT INSTITUTE (1982), embutidos fermentados secos e semi-secos são definidos como produtos cárneos picados ou moídos, com adição de bactérias acidificantes, sendo que durante o processo, alcançam pH de 5,3 ou menor, dentro de um certo período de tempo e desidratados para remover 25 a 50% (secos) e 10 a 15 % de umidade (semi-secos). A sua relação umidade/proteína não deve exceder 2,3:1 para secos e 3,7:1 para semi-secos e os produtos

podem ser defumados ou não e bolores podem ser utilizados. Na Tabela 4 são apresentadas as relações umidade/proteína para produtos fermentados.

TABELA 3. Características de embutidos fermentados secos e semi-secos

	Thuringer, Cervelat, Summer sausage	Salame tipo Genoa	Pepperoni	Lebanon, Bologna
Umidade (%)	50	36	30	56
Gordura (%)	24	34	39	16
Proteína (%)	21	22	21	22
pH	4,9	4,9	5,0	4,7
Rendimento	90	70	64	93

Fonte: TERREL, 1977.

TABELA 4. Relação umidade/proteína para produtos fermentados

Produto	Relação umidade:proteína
Pepperoni	1,6:1
Bologna, Lebanon	2,0 a 3,7:1
Cervelat seco	1,9:1
Cervelat semi-seco	2,6:1
Salami italiano	1,9:1
Salami semi-seco	2,0 a 3,7:1
Salame de verão ("Summer sausage"), Thuringer	2,0 a 3,7:1

Fonte: BACUS, 1984; BACUS, 1986

O processo de fabricação consiste na formulação das carnes, condimentos, sais de cura e outros ingredientes a baixas temperaturas (temperatura da carne, de -10 a +2°C; toucinho, -15 a +5°C), seguida da preparação da massa em misturadeiras ou “cutter”, embutidos em envoltórios próprios. A seguir, são incubados a temperaturas altas, de 18 a 26°C e submetidos à secagem a temperaturas de 10 a 21°C e umidade relativa controlada (PEARSON & TAUBER, 1984; DEGENHART, 1988; BACUS, 1986). Na Tabela 5 são apresentados alguns tipos de programação de temperatura e umidade relativa para elaboração de embutidos fermentados.

TABELA 5. Condições alternativas de temperatura e umidade relativa para elaboração de embutidos fermentados

Opção tecnológica	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Fonte
Alternativa 1 (Estilo Europeu)			
1º dia	22,2-23,9	94-96	BACUS, 1984
2º dia	20,0-22,2	90-92	
3º dia	18,3- 20,0	85-88	
Secagem	11,7-15	75-80	
Alternativa 2 (Estilo Americano)			
24 a 48 horas a pH 4,9-5,0	27,7 - 37,7	90	BACUS, 1984
Secagem	10,0-11,1	68-72	
Alternativa 3			
2 a 7 dias	18-26	80-96	DEGENHART, 1988
Secagem	15-22	75-80	

A aplicação de um processo adequado de fermentação para a produção de embutidos cárneos proporciona condições vantajosas ao desenvolvimento de microrganismos desejáveis, que por sua vez suprimem os microrganismos indesejáveis, que poderiam deteriorar o produto ou causar toxinfecção alimentar (LEISTNER, 1990).

Durante a fermentação o produto sofre acidificação através da ação das bactérias lácticas, reduzindo o pH de 5,8-6,2 para 4,8-5,3. A fermentação permite ao produto na etapa

de secagem a liberação de água mais uniforme e rápida. O ácido láctico atua na desnaturação de proteínas resultando em textura mais firme, inibição do crescimento de microrganismos indesejáveis, bem como fornece sabor e aroma característicos deste produto (PEARSON & TAUBER, 1984; DEGENHART, 1988; BACUS, 1986).

Temperaturas de fermentação altas podem ocasionar alguns problemas tecnológicos em relação à segurança do produto. A acidificação rápida proporciona aroma e sabor forte e a temperatura alta pode promover a fusão da gordura utilizada na formulação do produto. Além disso, o principal problema seria o crescimento e produção de toxina de *S. aureus* dadas as condições de temperatura, concentração de sal e a falta de defumação (BACUS, 1986)

É recomendado que a fermentação, isto é, a redução do pH, deve ser feita pela adição de cultura starters à formulação e que um pH de 5,3 ou menos deve ser alcançado dentro de um certo intervalo de tempo. Esta recomendação baseia-se no tempo em que o ambiente favorável para crescimento do microrganismo *Staphylococcus aureus* esteja efetivamente controlado a $\text{pH} < 5,3$. Durante o processamento inicial, é necessário restringir o tempo em que o produto estiver exposto a temperaturas maiores que 60°F ($15,6^{\circ}\text{C}$), temperatura nas quais o referido microrganismo pode se multiplicar e produzir enterotoxina (BACUS, 1986). Segundo USDA (1978), ocorrências de intoxicações alimentares nos Estados Unidos têm sido associadas à enterotoxina produzido por *Staphylococcus aureus*, esporadicamente presente em embutidos fermentados comerciais.

Segundo o AMERICAN MEAT INSTITUTE (1982), um processo pode ser julgado aceitável se o produto atingir pH de 5,3 de modo reprodutível quando for menor que 1200 graus-hora, quando a temperatura máxima atingida durante a fermentação for menor que $32,2^{\circ}\text{C}$ (90°F). Grau-hora é definido como o número de graus em $^{\circ}\text{F}$ que a superfície do produto ou a câmara de fermentação pode atingir acima de $15,6^{\circ}\text{C}$ até que o produto atinja pH 5,3, multiplicado pelo tempo (em horas). A temperatura $15,6^{\circ}\text{C}$ (60°F) é crítica em termos dos estafilococos, pois nesta temperatura se inicia o crescimento efetivamente. Na Tabela 6 são apresentadas as recomendações para tempo e temperatura em processamento de embutido seco fermentado.

TABELA 6. Controle tempo-temperatura recomendado para utilização no processamento de embutido seco fermentado.

Graus/hora máximo para alcançar pH 5,3	Temperaturas	Tempo permitido em horas
1200	75°F (23,9°C)	60
1200	80°F (26,7°C)	60
1200	85°F (29,4°C)	58
1000	90°F (32,2°C)	33
1000	95°F (35,0°C)	28
1000	100°F (37,8°C)	25
900	105°F (40,4°C)	20
900	110°F (43,0°C)	18

Fonte: adaptado de AMERICAN MEAT INSTITUTE (AMI), 1982, citado por BACUS, 1986.

2.4. Culturas Starters

As culturas starters são adicionadas a produtos cárneos para assegurar melhor confiabilidade ao produto em termos de saúde pública, em um menor tempo de fermentação e para se obter um produto final de qualidade, com textura, aroma e sabor constantes, e ainda, vida de prateleira prolongada. A adição de culturas starters constituem um fator de segurança a mais que as indústrias possuem, garantindo a obtenção de um produto padronizado, sempre com as mesmas características de qualidade. As culturas de bactérias podem ser consideradas como aditivos e estão disponíveis comercialmente na forma liofilizada, em envelopes, geralmente misturados com lactose em pó. Podem também se apresentar na forma congelada (BACUS, 1986; BUSANI, 1990).

A cultura liofilizada deve ser diluída antes de sua utilização como inóculo. Como diluente, deve-se utilizar água ou água peptonada a 0,1 % (pH 6,8), sendo que deve ser isenta de metais pesados, não ser excessivamente clorada e quando possível, ser esterilizada. Para eliminação do cloro residual, deve-se ferver a água, esfriar e então usar na dissolução dos starters. A diluição deve ser efetivada 30 minutos antes da adição à massa. Após a dissolução, a cultura pode ser utilizada por um período de até quatro horas, se mantida sob refrigeração, ou duas horas se mantida à temperatura ambiente. A cultura não deve ser misturada diretamente com os demais ingredientes, pois o contato direto com sal ou

nitrato/nitrito podem reduzir a viabilidade e atividade das células. Além disso, a adição da cultura à carne deve ser sem adição de condimentos e/ou agentes de cura para que ocorra uma melhor distribuição. Utensílios devem estar completamente limpos e isentos de sanitizantes (BACUS, 1986; TERRA, 1988; BUSANI, 1990).

Para se obter uma fermentação rápida é importante selecionar uma combinação apropriada de cultura starters, ingredientes e condições de fermentação para permitir condições ótimas de crescimento da cultura e produção de ácido, ao mesmo tempo minimizando o crescimento de flora indesejável (COVENTRY & HICKEY, 1991)

Culturas starters atualmente comercializadas são geralmente compostas de mais de um microrganismo, visando somar suas ações, características de cada uma, para se obter o efeito desejado no produto final. Os microrganismos mais utilizados na fermentação de carnes são os do gênero *Lactobacillus* e *Pediococcus*, comumente conhecidos como bactérias lácticas, caracterizadas pela formação do ácido láctico ao atuarem sobre um substrato de carboidrato (sacarose, glicose, frutose ou malto-dextrina) e tolerar alta concentração de ácido láctico, de grande valor seletivo para a eliminação de bactérias patogênicas ou competidoras. Lactobacilos são utilizados quando se deseja uma acidificação mais rápida, sendo catalase positivos em presença da mioglobina e apresentam crescimento na faixa de 15 a 35°C, com temperatura ótima de 30 a 35°C e não são nitrato redutores. Já as bactérias do gênero *Pediococcus* são catalase negativas, não redutoras de nitrato e também são acidificantes (BACUS, 1986; TERRA, 1998). As bactérias do gênero *Pediococcus* são largamente utilizadas como culturas starters nos Estados Unidos e Europa e são utilizadas quando se deseja uma acidificação natural mais lenta do que a ocasionada por lactobacilos (BACUS, 1984).

Além das bactérias lácticas, pode-se utilizar bactérias do gênero *Staphylococcus* (não patogênicas) e *Micrococcus*. As bactérias do gênero *Micrococcus* e *Staphylococcus* são utilizadas para a formação de coloração mais intensa e quando não for desejável a acidificação do produto. São catalase positivas, nitrato redutoras e não são produtoras de ácido láctico. Desenvolvem o aroma e sabor característicos através de suas enzimas proteolíticas e lipolíticas. Algumas culturas comerciais utilizam a combinação destas

bactérias junto de bactérias acidificantes, do gênero *Lactobacillus* e *Pediococcus* (BACUS, 1984; BACUS, 1986; TERRA, 1998).

É muito comum encontrar culturas com uma combinação entre as bactérias dos diversos gêneros, como por exemplo, *Pediococcus* e *Staphylococcus xylosus*, que seria a combinação entre microrganismos acidificantes com outros que desenvolveria a cor dos produtos. Na Tabela 7 são apresentados os principais microrganismos utilizados como cultura starters.

TABELA 7. Microrganismos utilizados como culturas starters

Grupos	Gênero/Espécie	Atividade metabólica	Benefícios
Bactérias lácticas	<i>Lactobacillus plantarum</i> <i>L. acidophilus</i> <i>L. casei</i> <i>L. sake</i> <i>L. curvatus</i> <i>L. pentosus</i> <i>Pediococcus cerevisiae</i> <i>P. acidilactici</i> <i>P. pentosaceus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Formação de ácido láctico 	<p>Inibição de bactérias patogênicas e deteriorantes</p> <p>Aceleração da formação de cor e secagem</p>
Cocos catalase positivos	<i>Micrococcus varians</i> <i>M. lutens</i> <i>M. roseus</i> <i>Staphylococcus carnosus</i> <i>S. xylosus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de nitrato e consumo de oxigênio • Destruição de peróxidos • Lipólise • Redução de nitrato 	<p>Formação e estabilização da cor</p> <p>Retardamento da oxidação</p> <p>Desenvolvimento de aroma</p> <p>Remoção de nitrato em excesso</p>
Leveduras	<i>Debaromyces hansenii</i> <i>Candida farmata</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de oxigênio • Lipólise 	<p>Retardamento da oxidação</p> <p>Desenvolvimento de aroma</p>
Bolores	<i>Penicillium. nalgiovenssis</i> <i>P. crysogenum</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de oxigênio • Destruição de peróxidos • Oxidação de lactato • Proteólise • Lipólise 	<p>Estabilidade de cor</p> <p>Retardamento da oxidação</p> <p>Desenvolvimento de aroma</p>

Fonte: adaptado de LUCKE, 1994 e TERRA, 1998.

Em certos embutidos fermentados, utiliza-se bolores na parte externa do produto. Os bolores produzem enzimas lipolíticas específicas que degradam a gordura, conferindo um

forte aroma, característico dos salames. Além disso, podem produzir antibióticos que afetam a flora bacteriana da superfície, contribuindo para um produto final de melhor qualidade. Os bolores têm atividade catalástica e algumas espécies são redutoras de nitrato, modificando a cor da superfície do embutido. A formação de uma cobertura sobre a superfície reduz a tendência ao desenvolvimento da rancidez, por impedir a penetração de oxigênio no interior da carne. Os métodos utilizados para inoculação são o “spraying”, imersão ou adição direta à mistura cárnea (BACUS, 1986; TERRA, 1998).

2.5. Vida-de-prateleira de produtos cárneos fermentados - estabilidade oxidativa

Na determinação da vida-de-prateleira de produtos cárneos, é comum o estudo de parâmetros microbiológicos (contagem total, contagem de *Lactobacillus*, enterobactérias, bolores e leveduras), químicos (acidez, índice de oxidação, perda de água) e sensoriais (aroma, sabor, textura e aparência). Análises microbiológicas e sensoriais devem ser realizadas durante a vida-de-prateleira esperada e após este período. Os produtos devem ser analisados no dia em que foram processados e pelo menos três vezes durante a vida-de-prateleira projetada (EBURNE & PRENTICE, 1996).

As características dos produtos cárneos podem ser melhor descritas através do auxílio de painéis treinados, considerados como o meio mais eficaz para determinação da vida útil final do ponto de vista sensorial de um produto estocado. Além da análise sensorial, quase sempre é necessário realizar análise microbiológica do produto, que possibilita a compreensão de alterações que possam ocorrer durante a estocagem. Análises químicas também são necessárias para o acompanhamento da evolução da oxidação dos produtos, através de índice de peróxidos ou número de TBA, redução dos níveis de nitrito e teor de nitrogênio, que daria alguma indicação de proteólise em carnes. No entanto análises químicas não são sensíveis o bastante para detectar se o produto já estaria inaceitável do ponto de vista sensorial e/ou microbiológico (EBURNE & PRENTICE, 1996).

Produtos cárneos fermentados tradicionalmente têm apresentado vida-de-prateleira consideravelmente longa através da combinação do baixo teor de umidade e pH, sendo estáveis à temperatura ambiente. Geralmente, a vida-de-prateleira destes produtos não está

limitada à deterioração microbiana, mas a alterações químicas ou físicas (BACUS, 1986). Devido ao alto teor de gordura e baixa atividade de água destes produtos, um dos maiores responsáveis pela sua deterioração é a rancidez, conduzindo ao desenvolvimento de sabor e aromas de ranço, perda ou alteração de pigmentos e perda de vitaminas. (LABUZA, 1982; MELTON, 1983; PEARSON & TAUBER, 1984; RHEE, 1989; SINGH, 1996). A rancidez pode ser causada por hidrólise ou oxidação. Lipases originárias de bactérias provocam hidrólise dos triglicéridios, liberando ácido graxos livres, enquanto que as oxidases promovem oxidação. Ambas produzem aroma e sabor associados à rancidez. Porém, a rancidez em carnes geralmente não é causada por bactérias, mas por reação do oxigênio com gorduras insaturadas. A oxidação de gorduras é influenciada pela concentração de oxigênio, temperatura, luz e pró-oxidantes (PEARSON & TAUBER, 1984).

Produtos processados, que sofrem moagem, cominuição, entre outras etapas, são suscetíveis à oxidação de lipídios e desenvolvimento de “off-flavors”. Atualmente a oxidação de lipídios é considerada como principal processo responsável pela perda da qualidade de produtos cárneos, à parte da deterioração microbiológica. A oxidação de lipídios também é positivamente correlacionada com a oxidação de pigmentos, mas a base desta relação ainda não foi completamente elucidada. Do ponto de vista da cor do produto cárneo, supõe-se que produtos originários da oxidação de lipídios promovam a oxidação de pigmentos e/ou indiretamente, destruindo os pigmentos (GRAY et al., 1996). Se os pigmentos não estiverem protegidos durante a estocagem, a coloração marrom será desenvolvida, em decorrência da mudança dos pigmentos pela ação do oxigênio (EBURNE & PRENTICE, 1996).

A oxidação de uma pequena quantidade de gordura é suficiente para que o consumidor detecte aroma e sabor associados à alteração e rejeite o alimento. A exclusão do oxigênio, baixas temperaturas e/ou uso de antioxidantes são necessários para controlar a oxidação. O fenômeno da oxidação também é extremamente dependente do teor de umidade (LABUZA, 1982; SINGH, 1996).

As taxas de oxidação são influenciadas por uma série de fatores. Presença de oxigênio e altas temperaturas exercem uma atividade preponderante na taxa de oxidação. Reações de oxidação mais drásticas podem ser associadas ao grau de cominuição, e

estocagem congelada, associada a altos teores de gordura, presença de gordura insaturada e baixa atividade de água (EBURNE & PRENTICE, 1996; SINGH, 1996).

Segundo DEGENHART (1988), uma alteração nas gorduras ocorre desde o primeiro dia da fabricação do salame, com hidrólise enzimática das gorduras e, no processo final de cura, o índice de ácidos graxos livres é praticamente dez vezes superior ao inicial. Depois de certo período de secagem, essas reações são inibidas e daí por diante continuam pelo processo de autoxidação. Assim, as gorduras continuam a ser desdobradas em outros ácidos de cadeia menor, produzindo um grande número de aldeídos que dão o sabor e aroma característicos deste produto. Por isso, produtos de cura rápida nunca podem ser comparados aos produtos de cura lenta e com elevado grau de secagem.

Para acompanhar a evolução da rancidez durante a estocagem de carnes e derivados, o número de TBA (ácido 2-tiobarbitúrico) tem sido utilizado como valor empírico (KOWALE et al., 1996). O número de TBA tem sido correlacionado com outros métodos, objetivos e subjetivos, para determinação de oxidação de lipídios (RAHARJO & SOFOS, 1993). Este é um dos mais antigos métodos e frequentemente utilizado para acompanhar a oxidação de lipídios em tecidos animais, sendo expresso como miligramas de malonaldeído equivalente por quilograma de amostra. O malonaldeído é um produto secundário da oxidação de lipídios, formado durante a oxidação de ácidos graxos polinsaturados e reage com o TBA formando um complexo colorido com absorção máxima a 530-532 nm. A intensidade do complexo colorido proveniente da reação do TBA com alimentos que contém lipídios, extratos de alimentos ou destilados, originalmente foi considerado como uma medida da concentração de malonaldeído, sendo que alguns autores relatam altas correlações com sabor e aroma de oxidado em produtos cárneos. Porém, alguns fatores podem afetar a intensidade da cor do complexo. Por exemplo, outros produtos da oxidação de lipídios, tais como alca-2,4-dienos, também reagem com o TBA formando um complexo de cor vermelha com o mesmo máximo de absorção do complexo malonaldeído-TBA. Por esta razão, o número de TBA deve ser utilizado para acompanhar a oxidação de lipídios em geral, ao invés de apenas quantificar o malonaldeído. O termo “Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico” (TBARS) deve ser utilizado ao invés de número de TBA (MELTON, 1983; RHEE, 1989; GRAY & MONAHAN, 1992).

O método de extração por destilação é o mais utilizado para determinação de TBARS (MELTON, 1983). Algumas modificações no método original proposto por TARLADGIS et al. (1960) são recomendadas, tais como adição de antioxidante para evitar oxidação durante aquecimento da amostra e utilização de sulfanilamida para evitar a interferência do nitrito presente em produtos cárneos curados, segundo recomendação de ZIPSER & WATTS (1962). O nitrito residual em carnes curadas pode aparentemente reagir com o malonaldeído durante a etapa de destilação para formar compostos que levam a leituras equivocadas. A sulfanilamida quando adicionada a carnes curadas antes da destilação reage com o nitrito residual produzindo um sal de diazônio e elimina a interferência (GRAY & PEARSON, 1987).

Apesar do método de extração por destilação ser o mais popular, isto não significa que ele seja o método mais preciso ou reprodutível. Os valores de TBA em produtos cárneos são geralmente mais altos do que aqueles obtidos em amostras cuja extração é feita diretamente, porém altas correlações entre os dois métodos de extração são verificados por alguns autores (WITTE et al., 1970; MELTON, 1983).

Os valores de TBA encontrados em embutidos fermentados relatados na literatura variam muito, mesmo quando comparados entre estudos que utilizaram o mesmo método de extração, no caso, de destilação (WANG et al., 1995; ZALACAIN et al., 1996; BLOUKAS et al., 1997; GHIRETTI et al., 1997; NOVELLI et al., 1998).

DOMINGUEZ FERNANDÉZ & ZUMALACÁRREGUI RODRIGUEZ (1991) estudaram as mudanças lipolíticas e oxidativas em “Chorizo”, um tipo de embutido seco espanhol, onde foram determinados os ácidos graxos livres, compostos carbonílicos, ácido acético e TBA. Os valores encontrados para TBA foram inferiores a 0,64 mg malonaldeído(MA)/kg. Apenas para um dos tratamentos, observou-se o aumento do número de TBA, com valor final de 2,21 mg MA/kg, dado como insuficiente para detecção sensorial de rancidez.

Em um estudo sobre aldeídos voláteis e índices oxidativos em “Chorizo de Pamplona”, CHASCO et al. (1993a) relatam a presença marcante de hexanal a partir da terceira semana de secagem do produto, aumentando no final, como também a inexistência

de correlação significativa entre a presença de aldeídos e os índices de oxidação. Foram encontrados valores baixos de TBA, entre 0,56 e 0,95 mg MA/kg amostra.

CHASCO et al. (1993b) estudaram a influência do processo de cura na composição química dos lipídios, no que se refere à oxidação e produção de aldeídos voláteis, principalmente hexanal. Durante o processo, os valores de TBA foram crescentes, variando de 0,38 a 0,99 mg MA/kg de amostra.

BERIAIN et al. (1993) caracterizaram o “Saucisson”, um embutido seco espanhol em relação à sua composição química, junto de outros parâmetros como pH e atividade de água. Os efeitos de processamento em proteínas e lipídios também foram determinados. Os lipídios sofreram lipólise e oxidação. Os valores de TBA encontrados neste estudo variaram de 1,99 a 36,1 mg MA/kg de amostra, indicando diferentes níveis de oxidação entre as amostras estudadas. Os valores de umidade encontrados variaram de 31,7 a 40%; proteína, de 27,3 a 29,4%; gordura, de 49,8 a 60,9% e cinzas, de 8,0 a 8,7%. Em relação à atividade de água e pH, os valores oscilaram entre 0,860 a 0,895 e 5,02 a 5,28, respectivamente.

RAMIREZ et al. (1995) em estudo sobre as mudanças nos atributos de “flavor” durante a maturação de embutidos fermentados, monitoraram pH, acidez, grau de oxidação e atividade de água. Foram observados valores decrescentes de pH e atividade de água durante o processamento, por outro lado, valores de TBA e porcentagem de ácido lático aumentaram.

DELLAGIO et al. (1996) caracterizaram o salame “Felino”, tipo de embutido seco italiano, através de diversos parâmetros químicos, físicos e sensoriais. Foram encontrados os seguintes valores para umidade: 28,02-48,89%; proteína: 23,47-36,68%; gordura: 21,00-34,33%; pH: 5,40-6,36; ácido lático: 0,246 – 1,544%. Na análise sensorial destes produtos, utilizando-se painel semi-treinado e escala de 7 pontos, foram encontrados para os atributos rancidez, valores de 5,3 a 6,6, e aceitação global, 2,5 a 5,6.

Em um estudo sobre adição de lipase a uma formulação tradicional de embutido fermentado, ZALACAIN et al. (1996) encontraram valores de TBA variando de 1,06 a 1,19 mg MA/kg de amostra. Não foi constatado aumento no índice de oxidação durante o processamento do embutido no período de 2 semanas.

BLOUKAS et al. (1997) estudaram o efeito da substituição de toucinho por óleo de oliva no processamento e características de qualidade em embutidos fermentados. Os valores de pH, contagem total e *S. aureus*, cor e composição química não foram afetados pela substituição, porém em relação ao número de TBA, quanto maior a incorporação de azeite de oliva, maiores foram os números de TBA, atingindo valores maiores que 1,0 mg MA/kg de amostra.

NOVELLI et al. (1998) estudaram processos oxidativos em salame Milano. Foram encontrados baixos valores de TBARS, variando de 0,48 a 1,10 mg MA /kg de amostra, dependendo do tempo de estocagem e tratamento prévio da matéria-prima utilizada. Estes autores afirmam que as tecnologias de processamento para salame, tais como moagem e congelamento não são responsáveis significativamente pelo fenômeno de oxidação. O efeito antioxidante de aditivos, tais como nitritos e ascorbatos, foram considerados como responsáveis pela inibição de processos oxidativos.

O TBARS é considerado como adequado para determinação da oxidação em produtos cárneos, desde que sejam reconhecidas as limitações do método e que todas as análises sejam realizadas através de um único meio de extração. Assim, a mudança nos valores de TBARS para aquela situação particular e tipo de produto cárneo pode mostrar o comportamento da oxidação de lipídios que ocorre durante a estocagem e/ou processamento – por exemplo, para avaliar a eficácia de antioxidantes de diferentes fontes ou de diferentes embalagens, na estabilidade de um dado produto. Além disso, o TBARS é relativamente simples e barato se comparado com outros métodos instrumentais (RHEE, 1989; RAHARJO & SOFOS, 1993). Porém, é recomendável quantificar a oxidação de lipídios através de análises complementares como determinação de hexanal e relacioná-los com dados obtidos através de análise sensorial com painel treinado (GRAY & PEARSON, 1987; GRAY & MONAHAN, 1992).

2.6. Antioxidantes naturais

A susceptibilidade de produtos cárneos à oxidação tem desafiado processadores, distribuidores e pesquisadores em relação ao prolongamento da vida-de-prateleira destes produtos. A utilização de embalagens a vácuo e com atmosfera modificada tem sido efetivas para retardar o desenvolvimento de processos oxidativos (GRAY et al., 1996).

Durante o processamento, distribuição e estocagem, os alimentos sofrem degradação química e microbiológica. A rancidez em carnes e derivados resulta de reações de degradação de lipídios, como resultado de processos como cozimento, corte, desossa, moagem e congelamento. O mecanismo da rancidez envolve a peroxidação de lipídios insaturados, principalmente fosfolipídios (WONG et al., 1995).

Muitos estudos têm indicado que a oxidação de lipídios em produtos cárneos pode ser controlada ou minimizada, pelo uso de antioxidantes sintéticos comerciais ou compostos mais exóticos isolados de produtos naturais (GRAY et al., 1996).

O uso de antioxidantes sintéticos tem sido frequente devido ao seu baixo custo, alta estabilidade e eficácia. Porém, durante as duas últimas décadas, tanto consumidores quanto a legislação têm levantado suspeitas em relação aos antioxidantes sintéticos, mesmo comprovando-se cientificamente sua segurança, enquanto alternativas naturais são consideradas como mais seguras. Fabricantes também preferem produtos naturais, pois antioxidantes sintéticos necessitam de testes dispendiosos e seu uso pode ser questionado pelos consumidores (BROOKMAN, 1991; POKORNÝ, 1991; WONG et al., 1995). Além disso, no caso de produtos cárneos, antioxidantes sintéticos não são permitidos na legislação do Mercosul em embutidos secos, curados e/ou maturados, com exceção de carne desidratada (BACUS, 1998; MERLO, 1998).

Atualmente, existe uma tendência geral em substituir antioxidantes sintéticos por ingredientes naturais com atividade antioxidante, que apresentam estrutura química similar à dos sintéticos. A maioria dos antioxidantes fenólicos são derivados de pirocatecóis ou pirogalóis, dihidrocromanóis ou flavonóides (POKORNÝ, 1991). A incorporação de um sistema antioxidante natural em alimentos prolonga a vida-de-prateleira de produtos sujeitos

à oxidação, podendo ser adicionados em formulações, junto de condimentos (DUXBURY, 1992).

A utilização de antioxidantes naturais tem com vantagens a aceitação imediata do consumidor e sua utilização não é limitada pela legislação. No Brasil, alecrim é adicionado devido ao seu poder antioxidante, mas faz parte da formulação como condimento (MERLO, 1998). A desvantagem destes produtos é o seu alto custo quando o extrato é purificado; as propriedades podem variar, no caso de compostos não purificados e devido seu aroma forte e característico, que podem afetar cor, inferir sabor residual e causar “off-flavors” no produto ao qual foi adicionado (BROOKMAN, 1991; POKORNÝ, 1991).

Existem várias alternativas de adição de antioxidantes naturais. Alguns estudos relatam a utilização de condimentos e ervas, tais como orégano, noz moscada, páprica, alecrim, sálvia, entre outros (BROOKMAN, 1991). A atividade antioxidante destes produtos tem sido reconhecida ao longo dos anos a partir de experiências práticas (POKORNÝ, 1991). Dentre estes produtos, alecrim e sálvia têm demonstrado maior potencial para utilização como antioxidantes em alimentos, junto dos tocoferóis, também considerados como antioxidantes naturais. Em particular, o alecrim tem sido extensamente estudado em relação à sua atividade antioxidante, como também seu uso comercial e industrial (LÖLIGER, 1983; WONG et al., 1995). Na Tabela 8 são apresentadas as atividades antioxidantes de alguns condimentos sob condições de oxidação acelerada.

TABELA 8. Períodos de indução (100°C) em gordura de frango estabilizada com diferentes extratos de antioxidantes na concentração de 500 ppm

Extrato de antioxidante natural	Período de indução a 100°C (horas)
Controle – gordura de frango	5
Noz moscada – <i>Myristica fragrans</i>	8
Alecrim – <i>Rosmarinus officinalis</i>	25
Sálvia – <i>Salvia officinalis</i>	30
Páprica – <i>Capsicum annum</i>	10

Fonte: LÖLIGER, 1983

A atividade antioxidante de extratos de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) é conhecida há pelo menos trinta anos e os compostos ativos já foram identificados. O destilado molecular do alecrim e extrato bruto possuem pelo menos 45 compostos, sendo que metade deles foram identificados através de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), em fase reversa e detector ultravioleta (LÖLIGER, 1983). A principal substância ativa é o carnosol, um diterpeno difenólico ativo lipossolúvel, cujo derivado quinônico rosmariquinona também já foi isolado de folhas de alecrim. Os diterpenos epirosmanol e isorosmanol também têm atividade antioxidante. Isorosmanol adicionado em banha possui atividade antioxidante comparável à dos antioxidantes fenólicos sintéticos butilhidroxianisol (BHA) e butilhidroxitolueno (BHT) (POKORNÝ, 1991). Outros compostos de importância seriam o ácido rosmarínico e ácido carnósico, compostos solúveis em água. Todos os compostos são fenólicos, com boas propriedades antioxidantes (LÖLIGER, 1983). Na Figura 1 são apresentadas algumas estruturas dos compostos encontrados no extrato de alecrim.

O extrato de alecrim é disponível nas formas solúvel em água ou óleo e em pó. Para uso em embutidos fermentados, como salame, é recomendada a forma em pó, misturado a outros condimentos para melhor distribuição, por estar muitas vezes na forma pura e ser adicionado em quantidades mínimas. O extrato em pó é hidrofóbico, solúvel em óleo e álcool, apresentando-se na forma de pó fino e seco de cor esverdeada. O período de indução Rancimat é igual ou maior que 8 horas, utilizando-se na concentração de 200 ppm em toucinho ou banha, a 110°C. A dosagem recomendada é de 0,01 a 0,08%, com base no conteúdo de gordura (BACUS, 1998; CHRISTIAN HANSEN, 1998). A utilização de níveis acima dos recomendados causa sabores estranhos nos produtos (MERLO, 1998). Como muitos dos compostos presentes em extrato de alecrim possuem sabor forte sabor amargo, extratos solúveis em água com sabor e aroma menos intensos têm sido desenvolvidos (LIU et al., 1992).

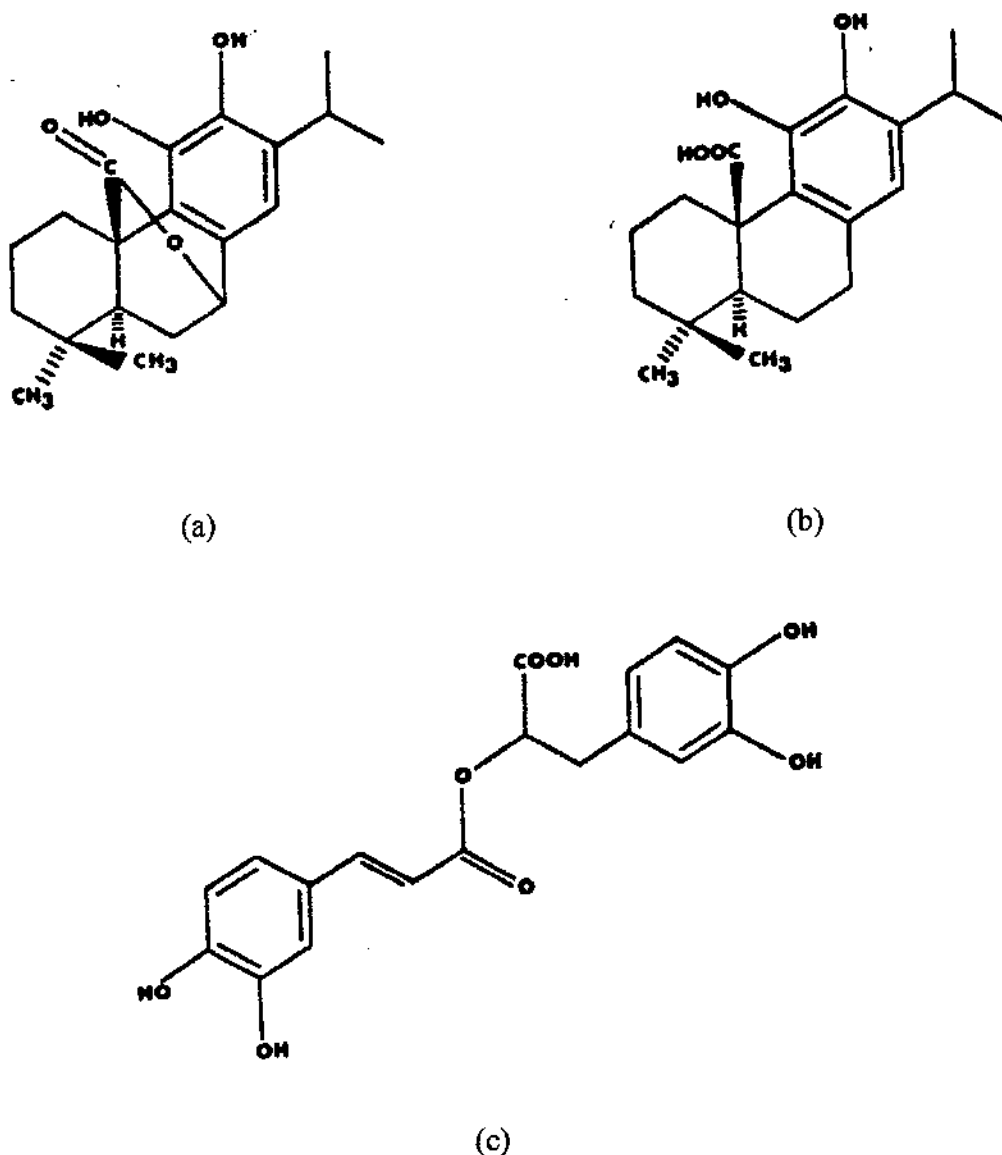


FIGURA 1. Estruturas de compostos antioxidantes encontrados em extrato de alecrim. (a) carnosol; (b) ácido carnósico; (c) ácido rosmarínico

Fonte: LÖLIGER, 1983; BACUS, 1998

Vários autores relatam a utilização de extratos de alecrim como antioxidantes em produtos cárneos. BARBUT et al. (1985) demonstraram que a adição de oleoresina de alecrim em uma concentração de 20mg/kg em embutido de peru produziu um efeito antioxidante comparável a uma mistura comercial de BHA/BHT/ácido cítrico, não afetando a aceitação global do produto, durante 16 dias de estocagem refrigerada.

RESSURRECION & REYNOLDS (1990) avaliaram o efeito de tocoferóis, extrato de alecrim, BHA e BHT durante estocagem refrigerada de salsichas de frango e de carne suína. Os resultados encontrados demonstraram que tocoferóis e alecrim foram tão eficazes quanto os antioxidantes sintéticos até 18 dias de estocagem refrigerada em produtos embalados a vácuo.

ST. ANGELO et al. (1990) relatam o uso de extratos de alecrim solúveis em água ou óleo em produtos reestruturados de carne bovina. As amostras foram avaliadas através de análises químicas e sensoriais nos tempos zero e 4 dias em estocagem sob refrigeração. Concluiu-se que o alecrim foi mais eficaz como antioxidante na forma solúvel em óleo. STOICK et al. (1991) avaliaram a atividade antioxidante de oleoresina de alecrim no mesmo tipo de produto e concluíram que a oleoresina de alecrim apresentou efeito antioxidante maior quando combinada com tripolifosfato, ao contrário do que afirmam LIU et al. (1992), que num experimento utilizando oleoresinas solúveis em água e óleo junto de tripolifosfato, não verificaram nenhum benefício adicional no retardamento da oxidação de lipídios.

WADA & FANG (1992) em estudo sobre o efeito sinérgico do extrato de alecrim e α -tocoferol em óleo de peixe e peixe triturado e congelado, relatam que a mistura de 0,05% de α -tocoferol e 0,02% de alecrim teve a maior atividade antioxidante entre os tratamentos testados.

BUTLER & LARICK (1993) estudaram o efeito do alecrim, nitrito de sódio e uma combinação destes dois compostos em géis de carne bovina assepticamente processados. O painel sensorial detectou diferenças no sabor de oxidado e sabor de carne devido ao tratamento com antioxidantes. Os resultados demonstraram que o uso de antioxidantes melhorou as características sensoriais e estabilidade oxidativa destes produtos.

PIZZOCARO et al. (1994) estudaram o efeito da utilização de alecrim e uma mistura em partes iguais de alecrim e sálvia em hamburger de carne na estocagem deste produto durante 10 meses a -20°C . Foram monitorados os valores de TBA, dienos conjugados, composição em ácidos graxos, além da análise sensorial dos produtos. Os resultados demonstraram que esses condimentos apresentaram alto poder antioxidante, além de melhorar as características organolépticas dos produtos.

HO et al. (1995) estudaram a vida-de-prateleira de embutidos frescos de carne suína contendo diferentes antioxidantes e embalados com e sem vácuo. A vida-de-prateleira foi monitorada através de análise sensorial, cor Hunter e TBARS durante 16 semanas, em estocagem sob congelamento. O extrato de alecrim foi tão eficaz quanto BHT, PG (Propil Galato)/ácido cítrico, em relação às propriedades antioxidantes, porém a combinação BHT/PG/ácido cítrico apresentou menor descoloração na superfície do produto.

WONG et al. (1995) avaliaram o efeito dos antioxidantes tocoferol, sálvia e alecrim na estocagem de um homogeneizado de carne bovina. Foi observado um crescente aumento nos valores de TBARS durante 5 dias. Os três antioxidantes foram considerados como eficazes, apesar dos valores de TBARS terem indicado que o tocoferol é mais eficaz que alecrim e sálvia. Quando os antioxidantes foram misturados em partes iguais, não foi verificada melhoria na atividade antioxidante.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

3.1. DELINEAMENTO DE EXPERIMENTOS

Este trabalho constituiu-se de quatro experimentos, que utilizaram um protocolo tecnológico único e uma formulação básica, apresentados em detalhes nos itens 3.2.2 e 3.3.1.

Para cada experimento, foram processados 2 bateladas de 3 kg de produto por tratamento, com exceção do experimento para estudo de estabilidade oxidativa onde foram processados 4 bateladas de 3 kg. As modificações nas formulações em cada experimento são apresentados a seguir, como também são citadas as análises realizadas para cada experimento.

Para as análises físico-químicas, químicas e microbiológicas, foram coletados aleatoriamente três gomos de amostra para cada tratamento, sendo as análises realizadas no mínimo em triplicata. Para análise sensorial, foram coletadas aleatoriamente amostras suficientes para a realização dos testes de aceitação e avaliação pelo painel treinado no estudo de estabilidade oxidativa, sempre no mínimo três gomos de cada tratamento.

3.1.1. EXPERIMENTO 1: EFEITO DE DIFERENTES TEORES DE GORDURA NAS CARACTERÍSTICAS DE EMBUTIDOS FERMENTADOS DE CARNE DE CAPRINOS

A carne de caprinos é uma carne com baixo teor de gordura, variando de 2 a 3%. A porcentagem de gordura adicionada no processamento de embutido fermentado contendo este tipo de carne pode influenciar nas características sensoriais do produto.

Neste experimento, foi estudada a influência da adição de diferentes teores de gordura (toucinho suíno) nas características do embutido fermentado de carne de caprinos. Foram testadas as seguintes porcentagens de gordura:

Tratamento 1: 5% gordura

Tratamento 2: 10% gordura

Tratamento 3: 20% gordura

O processamento seguiu o fluxograma geral e formulação base apresentados respectivamente na Figura 2 e Tabela 10. Foi utilizada a cultura starter SPX (*Pediococcus pentosaceus* e *S. xylosus*), na proporção 0,02%.

Foram realizadas as seguintes análises:

Monitoramento de processo:

- Atividade de água (A_w).
- pH.
- Perda de peso.

Caracterização do produto final:

- Análises químicas: umidade, proteína, gordura.
- Análises microbiológicas: contagem total, contagem de coliformes totais e fecais, bolores e leveduras, *Salmonella*, *S. aureus*, clostrídios sulfito redutores.
- Análise sensorial: aceitação global, aceitação para os atributos aparência, aroma, sabor e textura.

3.1.2 EXPERIMENTO 2: EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES CULTURAS STARTERS NO PROCESSAMENTO DE EMBUTIDOS FERMENTADOS DE CARNE DE CAPRINOS

Neste experimento, foram testadas diferentes culturas starters com o objetivo de se verificar a influência no processamento dos embutidos fermentados de carne de caprinos e características dos produtos finais obtidos. Foram utilizadas as seguintes culturas starters:

Tratamento 1: Cultura Floracarn SPX (*Staphylococcus xylosum* DD-34/*Pediococcus pentosaceus* PC-1)

Tratamento 2: Cultura LHP (Mistura 50:50 de duas cepas de *Pediococcus sp.*)

Tratamento 3: Cultura Floracarn FF-2 (*Lactobacillus farciminis*/*Staphylococcus xylosum*/*Staphylococcus carnosus*)

As características das culturas utilizadas são apresentadas na Tabela 9.

O processamento seguiu o fluxograma geral e formulação base apresentados respectivamente na Figura 2 e Tabela 10. Utilizou-se adição de 20% de gordura (toucinho suíno) em relação ao peso da carne.

Foram realizadas as seguintes análises:

Monitoramento de processo:

- Aw.
- pH.
- Perda de peso.
- Acidez (% de ácido lático).

Caracterização do produto final:

- Análises microbiológicas: contagem total, contagem de coliformes totais e fecais, bolores e leveduras, *Salmonella*, *S. aureus*, clostrídios sulfito redutores.
- Análise sensorial: aceitação global, aceitação para os atributos aparência, aroma, sabor e textura.

TABELA 9. Características dos microrganismos das culturas LHP, FF-2 e SPX

	CULTURA STARTER				
	LHP	Floracarn FF-2			Floracarn SPX ^a
	2 cepas de <i>Pediococcus</i> sp.	<i>Lactobacillus farciminis</i>	<i>Staphylococcus carnosus</i>	<i>Staphylococcus xylosus</i>	<i>Pediococcus pentosaceus</i>
Faixa de temperatura (°C)	21-46	15-42	10-45	10-40	15-48
Temp. ótima (°C)	35	37	30	30	35
Limite de sal	-	máximo 10% em água	máximo 16% em água	máximo 15% em água	máximo 7% em água
pH	-	-	4,8-8,0	4,7-8,0	3,7-7,0
Necessidade de O ₂	-	microaerófilo	anaeróbio facultativo	anaeróbio facultativo	microaerófilo
Padrão de fermentação	dextrose/sacarose/lactose (+)	glicose/frutose/sacarose (+) lactose/amido/maltose (-)	glicose/galactose/frutose (+) maltose/lactose/sacarose/rafinose dextrina/amido(-)	glicose/galactose/frutose/maltose/lactose/sacarose (+) rafinose/dextrina/amido(-)	glicose/galactose/frutose/maltose/lactose/sacarose/rafinose (+) dextrina/amido(-)
Outros	produtor ácido láctico cocos Gram (+) Catalase negativos Homofermentativos	produz ácido láctico L (+) catalase negativos	catalase positivo nitrato redutor lipólise (+) protólise (+)	catalase positivo nitrato redutor lipólise (+) protólise (+)	produtor ácido láctico D/L

^a Esta cultura tem em comum com FF-2 *Staphylococcus xylosus*

Fonte: Catálogo de produtos, fornecedor Christian Hansen, Valinhos, SP

3.1.3. EXPERIMENTO 3: ESTUDO DE ESTABILIDADE OXIDATIVA DE EMBUTIDOS FERMENTADOS DE CARNE DE CAPRINOS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE ANTIOXIDANTE NATURAL

Este experimento consistiu no estudo de estabilidade oxidativa de embutidos fermentados de carne de caprinos contendo dois níveis de antioxidante natural (extrato de alecrim em pó, *Rosmarinus officinalis*). Os tratamentos utilizados neste estudo foram:

Tratamento 1: Controle sem antioxidante

Tratamento 2: Com antioxidante natural alecrim (FlavourGuard P, Chr. Hansen) 0,025%

Tratamento 3: Com antioxidante natural alecrim (FlavourGuard P, Chr. Hansen) 0,05%

O processamento seguiu o fluxograma geral e formulação base apresentados respectivamente na Figura 2 e Tabela 10. Foi adicionado 20% de gordura em relação ao peso da carne. A cultura starter utilizada foi a FF-2 (*Lactobacillus farciminis*/*Staphylococcus xylosus*/*Staphylococcus carnosus*), na proporção de 0,02%.

Para o estudo de vida-de-prateleira, as amostras foram devidamente codificadas e embaladas a vácuo e armazenadas em câmara com temperatura controlada, à temperatura ambiente (28°C). Foram acompanhadas temperatura e umidade relativa atuais, máximos e mínimos, dentro da câmara semanalmente, através de termohigrômetro, marca DeltaTrak, modelo 13301. As amostras foram mantidas no escuro, sobre prateleiras. Foram coletadas amostras nos tempos zero, 30, 60, 75 e 90 dias.

Neste experimento, foram realizadas as seguintes análises:

Monitoramento de processo:

- Aw.
- pH.
- Perda de peso.

Caracterização inicial dos produtos:

- Análises químicas: umidade, proteína, gordura.
- Análises microbiológicas: contagem total, contagem de coliformes totais e fecais, bolores e leveduras, *Salmonella*, *S. aureus*, clostrídios sulfito redutores.

Estudo de estabilidade oxidativa:

- Análises físico-químicas: Aw, pH, TBARS.
- Análises microbiológicas: contagem total, contagem de coliformes totais e fecais, bolores e leveduras.
- Análise sensorial: aceitação sensorial (aceitação global, aparência, sabor e aroma) e avaliação de atributos relacionados com oxidação do produto, por painel treinado.

3.1.4. EXPERIMENTO 4: ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DE EMBUTIDOS FERMENTADOS FORMULADOS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE CARNE CAPRINA E SUÍNA

Neste experimento, testaram-se várias relações de carne suína/caprina, segundo listagem a seguir:

Tratamento 1: 100 % carne suína

Tratamento 2: 75% carne suína / 25% carne caprina

Tratamento 3: 50% carne suína / 50% carne caprina

Tratamento 4: 25% carne suína / 75% carne caprina

Tratamento 5: 100% carne caprina

O processamento seguiu o fluxograma geral e formulação base apresentados respectivamente na Figura 2 e Tabela 10. Foi utilizada a cultura starter SPX (*Pediococcus pentosaceus* e *S. xylosum*), na proporção de 0,02%. Foi adicionado 20% de gordura (toucinho suíno) em relação ao peso da carne.

Foram realizadas as seguintes análises:

Monitoramento de processo:

- Aw.
- pH.
- Perda de peso.

Caracterização do produto final:

- Análises químicas: umidade, proteína, gordura.
- Análises microbiológicas: contagem total, contagem de coliformes totais e fecais, bolores e leveduras, *Salmonella*, *S. aureus*, clostrídios sulfito redutores.
- Análise sensorial: aceitação global.

Neste experimento, para efeito de comparação, também foram realizadas análises de umidade, proteína e gordura em amostras de salame comercial, tipo italiano, de duas marcas diferentes.

3.2. MATERIAL

3.2.1. Matéria-prima

CARNE DE CAPRINOS

A principal matéria-prima utilizada foi carne de caprinos proveniente de animais adultos, sem distinção de raça ou castração, fornecida cortada em cubos e congelada, pela Embrapa Caprinos (Sobral – CE).

CARNE SUÍNA

Utilizou-se cortes de paleta e pernil, desossados e congelados, adquiridos no mercado local.

TOUCINHO

Foi utilizado o toucinho da região costo-lombar da carcaça suína, adquiridos no mercado local.

3.2.2. Ingredientes de formulação

Os ingredientes utilizados na formulação dos embutidos fermentados, fixos para todos os processamentos (Formulação base) são apresentados na Tabela 10. As porcentagens de uso de cloreto de sódio e condimentos foram baseadas em formulações comerciais, enquanto que para as dosagens de pó húngaro, acelerador de cura e cultura starter foram utilizadas aquelas recomendadas pelo fabricante. Sacarose e glicose foram adicionadas como recomendadas pelo fornecedor de cultura starter.

TABELA 10. Ingredientes utilizados para processamento de embutidos fermentados

Ingrediente	% de uso	Marca
Cloreto de sódio	2,5	-
Sacarose	0,5	-
Glicose	0,5	-
Pó húngaro (mistura de sais de nitrato/nitrito)	0,3	Kraki
Acelerador de cura comercial (Fixador A-80 – mistura de eritorbato e isoascorbato de sódio)	0,25	Kraki
Pimenta branca	0,1	BushBoakeAllen
Alho em pó	0,1	BushBoakeAllen
Noz moscada	0,1	BushBoakeAllen
Glutamato monossódico	0,2	Aji-no-Moto
Cultura starter ¹	0,02	Christian Hansen Ind. e Com. Ltda.

¹ Utilizou-se mais de um tipo de cultura, dependendo do experimento

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Processamento dos embutidos fermentados

O fluxograma geral de processamento de embutido fermentado é apresentado na Figura 2.

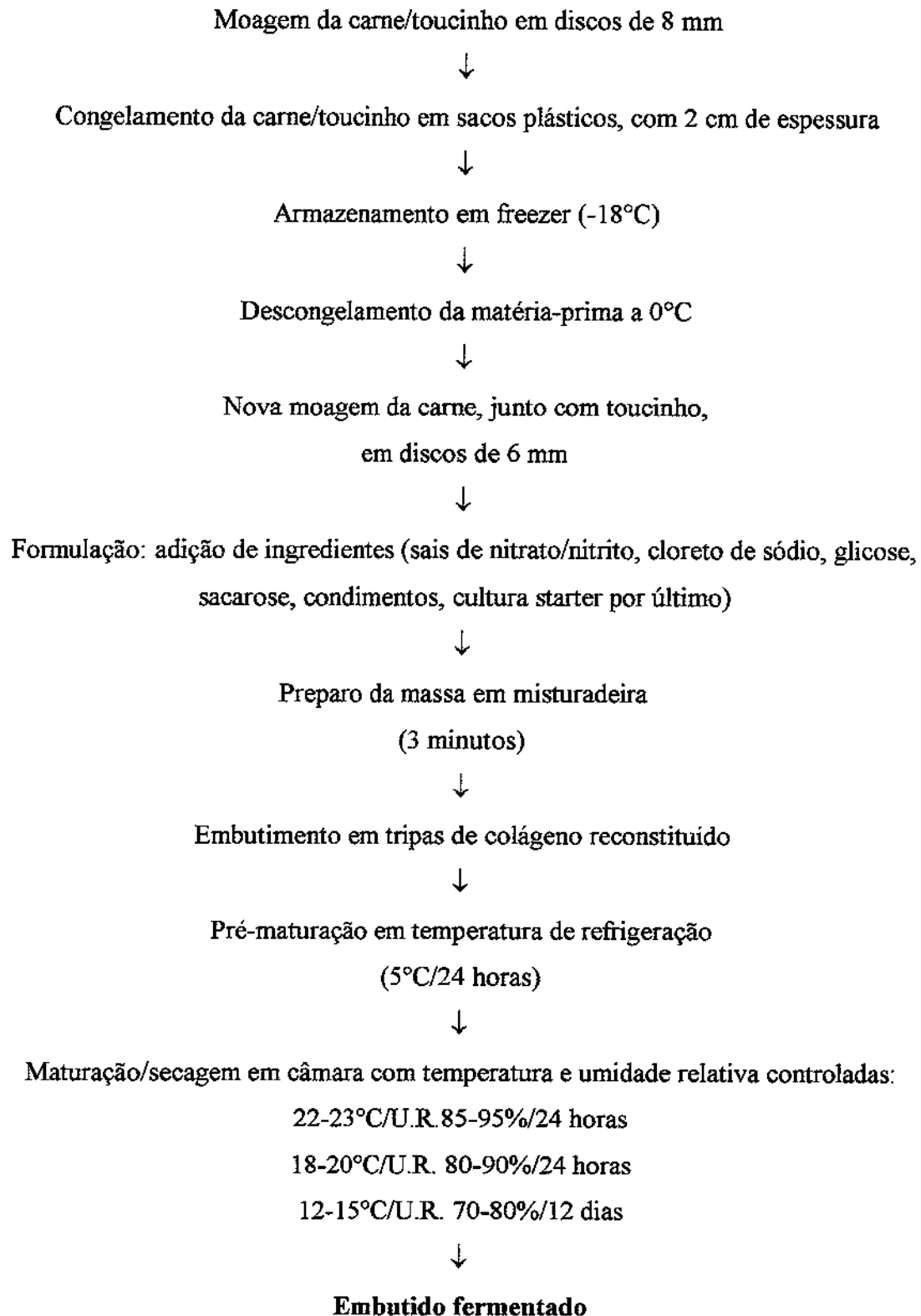


FIGURA 2. Fluxograma geral de processamento de embutidos fermentados

3.3.1.1. Descrição das etapas de processamento

PREPARAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

As carne e toucinho foram descongelados até a temperatura de 0°C e moídos em moedor de carne semi-industrial, marca Siemens, modelo PLS 98, em disco de 8 mm. A matéria-prima obtida foi acondicionada em sacos plásticos na forma de camadas finas de aproximadamente 2 cm e congeladas em freezer, de modo que pudessem ser quebradas em pedaços, ainda congeladas, no momento da preparação da massa.

PREPARAÇÃO DA MASSA

Nesta etapa, a carne ainda congelada (temperatura entre 0 e 2°C), foi novamente triturada em discos de 6 mm juntamente com ingredientes (sais de nitrato/nitrito, cloreto de sódio, glicose, sacarose, condimentos) e toucinho. A seguir, a cultura starter, previamente diluída em água destilada fervida, 30 minutos antes da adição à mistura, foi adicionada.

EMBUTIMENTO

Para embutimento, empregou-se tripas de colágeno reconstituído, marca VISCOFAN, calibre 45 mm, previamente umidificada em solução salina 1%, e cortadas de modo que fossem obtidas bisnagas de aproximadamente 15 cm de comprimento. Foi utilizada uma embutideira manual, marca Siemens, modelo ES-8. Após o embutimento, as amostras foram submetidas a um banho em solução de sorbato de potássio 10%, para prevenir o crescimento de fungos durante etapas posteriores.

MATURAÇÃO E SECAGEM

Após o embutimento, as amostras foram mantidas sob refrigeração (5°C) durante 24 horas. Após este período, foram levadas a uma câmara com temperatura e umidade relativa controladas, marca La Frigotécnica, modelo AST 1700. Durante 3 dias, as amostras foram submetidas a diferentes temperaturas e umidades relativas. A partir do 3º dia, o produto permaneceu à umidade relativa e temperatura fixas, até completar 14 dias contados da data de processamento do produto, assim obtendo-se o produto final. A programação de temperatura utilizada para obtenção do embutido fermentado é apresentada na Tabela 11.

TABELA 11. Condições de processamento (temperatura e umidade relativa) utilizadas nos experimentos

Dia de processo	Temperatura (°C)		Umidade Relativa (%)	
	mínima	máxima	mínima	máxima
1º	22	23	85	95
2º	18	20	80	90
3º em diante	12	15	70	80

EMBALAGEM/ESTOCAGEM

Para o estudo de vida-de-prateleira, as amostras foram embaladas a vácuo em embalagem flexível, composta de PEBD/PEMD/PEAD/Nylon/Nylon-EVOH, em uma máquina embaladora a vácuo, marca Orved, modelo VM-16. Após serem codificadas, foram armazenadas em câmara com temperatura controlada, marca San Rafael, à temperatura de 28°C, durante o período de 90 dias.

As amostras obtidas em todos os experimentos foram analisadas imediatamente após o período de 14 dias, considerada como final de processamento

3.3.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

3.3.2.1. Determinação de pH

Os valores de pH foram obtidos nos dias zero, 1, 2, 7 e 14, em potenciômetro digital, marca Hanna Instruments, modelo HI 9321, em três repetições. Para análise, as amostras foram diluídas com água destilada na proporção 1:1 e homogeneizadas com bastão de vidro, segundo técnica descrita por TERRA & BRAUN (1985)

3.3.2.2. Determinação de atividade de água (Aw)

As determinações de Aw foram efetuadas nos dias zero, 1, 2, 7 e 14, em aparelho medidor de Aw, marca Decagon Devices Inc., modelo Aqualab CX-2, em três repetições. As amostras foram trituradas e imediatamente colocadas no aparelho para leitura.

3.3.2.3. Determinação de perda de peso

Foram registrados os pesos das amostras no início e final do processamento, isto é, quando a amostra entra na câmara de secagem e na sua saída, determinando-se a porcentagem de perda de peso. Foi utilizada balança semi-analítica marca Tecnal, modelo 5400.

3.3.2.4. Determinação de ácido lático

Os valores de ácido lático foram determinados nos dias 0, 1, 2, 5, 7 e 14, em triplicata, através de titulação potenciométrica, de acordo com a metodologia descrita por ACTON et al. (1972). Foram misturados 10 g de amostra com 100 mL de água destilada. O valor de pH do tempo zero foi usado como pH final da titulação, cujo valor foi de 5,8 para todos os tratamentos. Utilizou-se um potenciômetro marca Hanna Instruments, modelo HI

9321 para medir os pHs inicial e final. Assumiu-se que a acidez desenvolvida foi devido à produção de ácido láctico. Miliequivalentes de NaOH 0,1 N gastos na titulação foram convertidos em porcentagem de ácido láctico, multiplicando-se este valor pelo fator 0,902.

3.3.2.5. Umidade

Foi determinada por perda de peso em estufa a 105°C, método AOAC 950.46 (1990).

3.3.2.6. Proteína

Foi determinada pelo método microKjeldahl, método AOAC 928.08 (1990), utilizando-se como fator de conversão 6,25.

3.3.2.7. Gordura

Foi determinada através de extração com hexano, com extrator de Soxhlet, método AOAC 960.39 (1990).

3.3.2.8. Determinação do número de TBARS – Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico

Os valores de TBARS foram determinados segundo TARLADGIS et al. (1960), pelo método de extração por destilação. Foi acrescentado reagente de sulfanilamida 0,5% em HCl 20% v/v, segundo ZIPSER & WATTS (1962) para minimizar o efeito da presença de nitrito, que pode causar a redução significativa do n° de TBARS. Os destilados obtidos foram submetidos à reação de cor com ácido 2-tiobarbitúrico e lidos em espectrofotômetro marca Milton Roy Co., modelo Spectronic 20-D, a 532 nm.

3.3.3. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas foram realizadas logo após processamento em todos os experimentos (contagem total, bolores e leveduras, coliformes totais/fecais, pesquisa de *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* e clostrídios sulfito redutores) e em intervalos de 30 dias para o estudo de vida-de-prateleira (contagem total, coliformes totais/fecais e bolores e leveduras). Também foram determinadas as contagens de *Staphylococcus aureus* depois de 48 horas, para verificação de desenvolvimento deste microrganismo após o período de fermentação.

3.3.3.1. Contagem Total

Foi determinada através do método padrão de acordo com ICMSF (1988), utilizando-se Ágar Padrão para Contagem (Plate Count Agar – PCA). As amostras foram incubadas em estufa a 35°C por 48 horas.

3.3.3.2. Contagem de Bolores e Leveduras

Determinada de acordo com ICMSF (1988), utilizando-se Ágar Batata Dextrose acidificado com ácido tartárico 0,1%. As amostras foram incubadas em estufa a 25°C por 3/5 dias.

3.3.3.3. Coliformes Totais/Fecais

O método utilizado para contagem de coliformes totais e fecais foi o de Número Mais Provável (NMP) (ICMSF, 1988). Inicialmente foi feito teste presuntivo com caldo lactosado, em série de 3 tubos, com tubos de Durhan, incubados em estufa a 35°C por 24/48 horas. Dos tubos positivos foram retiradas amostras, semeadas em tubos com Caldo Bile Verde Brillante (BVB) e incubados a 35°C por 24/48 horas, para contagem de coliformes totais. Para contagem de coliformes fecais foram semeadas amostras em caldo EC (*Escherichia coli*), incubados em banho-maria a 45,5°C por 24 horas. As amostras positivas

(com produção de gás) foram inoculadas por esgotamento em placas de ágar Eosina Azul de Metileno em estufa a 35°C por 24 horas, para teste confirmativo para *E. coli*.

3.3.3.4. Contagem de *Salmonella*

Determinada de acordo com ICMSF (1988). Foi feito um pré-enriquecimento em caldo lactosado a 35°C por 24 horas a partir de 25 g de amostra. Após esta etapa foi realizado um enriquecimento seletivo em caldo Tetrionato de Sódio e caldo Selenito Cistina, incubados em banho-maria a 43°C por 24 horas. A partir destes, semeou-se uma alíquota em placas com ágar SS (*Salmonella*-Shiguela) e ágar VB (Verde Brilhante), incubados a 35°C por 24 horas. As colônias suspeitas (típicas) de cada placa foram semeadas em tubos com ágar Tríplice Açúcar Ferro (TSI) e ágar Lisina Ferro (LIA) e incubados a 35°C por 24 horas. Foram observadas reações típicas de *Salmonella*, nos dois meios: produção ou não de H₂S, fermentação da glicose no meio TSI e descarboxilação de lisina no meio LIA.

3.3.3.5. Contagem de *Staphylococcus aureus*

Determinada de acordo com ICMSF (1988), utilizando-se ágar Baird-Parker. As diluições foram semeadas em placas e incubadas a 35°C por 48 horas. Foi feita a contagem de colônias típicas, de cor preta brilhante com anel branco opaco rodeado com halo claro transparente. Três a cinco colônias típicas selecionadas foram semeadas em caldo Infusão Cérebro-Coração (BHI) e confirmados em plasma de coelho no teste de coagulase.

3.3.3.6. Contagem de *Clostridium* sulfito-redutores

Determinada de acordo com ICMSF (1988). As diluições foram semeadas em placas contendo ágar SPS (Sulfito Polimixina Sulfadiazina) e incubadas em estufa a 35°C por 48 horas, em jarra de anaerobiose.

3.3.4. ANÁLISE SENSORIAL

3.3.4.1. Teste de aceitação sensorial

No final de cada experimento, foi aplicado o teste sensorial de aceitação, utilizando-se escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de desgostei muitíssimo (nota 1) a gostei muitíssimo (nota 9). Os testes de aceitação foram realizados em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos da Embrapa Agroindústria Tropical, no período da manhã (9h30min às 11h30min) e da tarde (14h às 16h30 min). Utilizaram-se 30 provadores não treinados para avaliação das amostras.

As fichas utilizadas nos testes sensoriais de aceitação estão apresentadas nas Figuras 3 a 5.

As amostras foram entregues aos provadores (aproximadamente 10g), equivalentes a duas fatias de salame, em pratos plásticos brancos, decodificados com números de três dígitos, acompanhados de um copo de água e um biscoito tipo água e sal para ser utilizado pelo provador entre as amostras. O número máximo de amostras por sessão para cada provador foi de três, entregues separadamente (apresentação monádica). Foram avaliados aceitação global e os atributos aparência, aroma, sabor e textura, quando conveniente. Para avaliar aparência, aroma, sabor e textura procedeu-se da seguinte maneira: pediu-se ao provador que avaliasse primeiramente a aparência de três amostras codificadas, apresentadas em pratos plásticos brancos. Em seguida, o provador seguia para a cabine, onde avaliava os outros atributos.

Os resultados obtidos nos testes de aceitação sensorial foram avaliados através de análise de variância univariada (ANOVA) e teste de Tukey entre as médias obtidas para cada tratamento em cada experimento. No experimento de vida-de-prateleira, os resultados também foram avaliados através de análise de regressão linear entre o tempo de estocagem (variável independente) e médias de aceitação do produto (variável dependente).

Para o estudo de vida-de-prateleira, o teste de aceitação sensorial foi aplicado nos tempos zero, 30, 60 e 75 dias.

3.3.4.2. Avaliação sensorial da rancidez do produto durante vida-de-prateleira

Para avaliação da vida-de-prateleira dos produtos com diferentes níveis de antioxidante, foi realizada avaliação sensorial com painel treinado especificamente para atributos característicos da rancidez do produto. Utilizaram-se as mesmas condições (espaço físico, apresentação de amostras, horários) descritas para os testes de aceitação. As etapas envolvidas para realização deste teste estão descritas nos itens a seguir.

SELEÇÃO/TREINAMENTO DE PROVADORES

Os provadores foram inicialmente escolhidos entre funcionários da Embrapa Agroindústria Tropical com base em disponibilidade de tempo e em ser consumidor potencial do produto. Primeiramente, foram apresentadas amostras referência para os provadores. Foram utilizadas: uma amostra de embutido fermentado recém-processada e outra processada há 4 meses. Cada uma delas foi apresentada em pratos plásticos brancos representando as referências: cor vermelha fraca/forte, aroma oxidado fraco/forte e sabor oxidado fraco/forte. Solicitou-se aos provadores que observassem e experimentassem os produtos. Em seguida, os provadores avaliaram estas mesmas amostras dentro das cabines, utilizando a ficha apresentada na Figura 6. Cada provador avaliou as duas amostras apresentadas em conjunto, em três repetições.

Para seleção dos provadores que comporiam a equipe final, foram utilizados os resultados obtidos na etapa anterior. O objetivo foi rejeitar provadores que não conseguissem discriminar as amostras, que não apresentassem boa reprodutibilidade ou que não produzissem resultados consistentes com o restante do grupo. Realizaram-se, através dos dados obtidos, análises de variância (2 fatores: amostras e repetição) para cada provador, com resultados de cada um dos atributos em separado. Os níveis de significância para cada amostra ($p_{amostra}$) e repetição ($p_{repetição}$) foram computados e provadores que apresentaram $p_{amostra} > 0,50$, $p_{repetição} \leq 0,05$ e média de intensidade não consensual com a equipe, para um certo número de atributos, foram eliminados.

AValiação DAS AMOSTRAS

Os provadores selecionados avaliaram as 3 amostras dos tratamentos em estudo, com 3 repetições para cada amostra, nos tempos zero, 30, 60, 75 e 90 dias. Toda vez em que a análise sensorial era realizada, foi mantida na sala de preparação das amostras as referências para cada atributo avaliado, segundo a listagem a seguir:

APARÊNCIA:

Cor vermelha

fraca: cor amarronzada /referência: amostra de salame velho

forte: cor vermelho-rosada /referência: amostra de salame novo, de supermercado

AROMA:

Aroma oxidado

nenhum: aroma característico de salame/referência: amostra de salame novo, de supermercado

forte: aroma de óleo velho, rancificado/referência: amostra de salame velho

SABOR:

Sabor oxidado

nenhum: sabor característico de salame/referência: amostra de salame novo, de supermercado

forte: sabor de sabão, de gordura rancificada/referência: amostra salame velho

As amostras foram apresentadas separadamente (apresentação monádica). A ordem em que as amostras foram avaliadas em cada sessão foi inteiramente casualizada. A ficha utilizada na avaliação das amostras em cada tempo é apresentada na Figura 7.

Os dados foram submetidos à análise de variância (2 fatores: amostra, provador, com interação entre amostra e provador), para cada um dos atributos sensoriais avaliados.

NOME: _____	DATA: _____
Você vai provar 1 (uma) amostra de salame. Avalie primeiramente, quanto à aparência geral, em seguida, cheire a amostra e prove-a. Assinale o quanto você gostou ou desgostou do produto, na escala abaixo:	
AMOSTRA Nº _____	
<input type="checkbox"/> Gostei muitíssimo	
<input type="checkbox"/> Gostei muito	
<input type="checkbox"/> Gostei moderadamente	
<input type="checkbox"/> Gostei ligeiramente	
<input type="checkbox"/> Não gostei nem desgostei	
<input type="checkbox"/> Desgostei ligeiramente	
<input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente	
<input type="checkbox"/> Desgostei muito	
<input type="checkbox"/> Desgostei muitíssimo	
Agora, descreva o que você mais gostou e o que menos gostou na amostra	
MAIS GOSTOU: _____	
MENOS GOSTOU: _____	

FIGURA 3. Ficha sensorial para teste de aceitação: avaliação de aceitação global

NOME: _____ DATA: _____

Avalie cada amostra quanto à aparência, utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou:

1. Desgostei extremamente
2. Desgostei muito
3. Desgostei regularmente
4. Desgostei ligeiramente
5. Não gostei nem desgostei
6. Gostei ligeiramente
7. Gostei regularmente
8. Gostei muito
9. Gostei extremamente

Nº DA AMOSTRA

VALOR

COMENTÁRIOS: _____

FIGURA 4. Ficha sensorial para teste de aceitação: avaliação da aparência

NOME: _____ DATA: _____

Você vai provar 1 (uma) amostra de salame. Assinale, nas escalas abaixo, o quanto você gostou ou desgostou do produto, em relação aos atributos:

AMOSTRA Nº _____

AROMA

- Gostei muitíssimo
- Gostei muito
- Gostei moderadamente
- Gostei ligeiramente
- Não gostei nem desgostei
- Desgostei ligeiramente
- Desgostei moderadamente
- Desgostei muito
- Desgostei muitíssimo

SABOR

- Gostei muitíssimo
- Gostei muito
- Gostei moderadamente
- Gostei ligeiramente
- Não gostei nem desgostei
- Desgostei ligeiramente
- Desgostei moderadamente
- Desgostei muito
- Desgostei muitíssimo

TEXTURA

- Gostei muitíssimo
- Gostei muito
- Gostei moderadamente
- Gostei ligeiramente
- Não gostei nem desgostei
- Desgostei ligeiramente
- Desgostei moderadamente
- Desgostei muito
- Desgostei muitíssimo

Agora, descreva o que você mais gostou e o que menos gostou na amostra

MAIS GOSTOU: _____

MENOS GOSTOU: _____

FIGURA 5 . Ficha sensorial para teste de aceitação: avaliação dos atributos aroma, sabor e textura

NOME: _____ DATA: _____

Inicialmente, observe a aparência das amostras de salame e avalie na escala abaixo a intensidade de cor vermelha no produto:

COR VERMELHA

Amostras

_____	fraca	_____	forte
_____	fraca	_____	forte

Cheire cada uma das amostras de salame e avalie na escala abaixo a intensidade de aroma oxidado:

AROMA OXIDADO

Amostras

_____	nenhum	_____	forte
_____	nenhum	_____	forte

Agora, prove essas mesmas amostras e avalie na escala abaixo a intensidade de sabor oxidado:

SABOR OXIDADO

Amostras

_____	nenhum	_____	forte
_____	nenhum	_____	forte

FIGURA 6. Ficha sensorial para seleção/treinamento de provadores

NOME: _____ DATA: _____

Por favor, avalie os atributos na amostra de salame, utilizando as escalas abaixo:

AMOSTRA Nº _____

APARÊNCIA

Cor vermelha fraca forte

|-----|

AROMA

Oxidado nenhum forte

|-----|

SABOR

Oxidado nenhum forte

|-----|

FIGURA 7. Ficha sensorial para avaliação dos produtos durante vida-de-prateleira

3.3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de análises físico-químicas obtidos nos experimentos foram avaliados através de análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando $p < 0,05$. A análise estatística para análise sensorial está descrita detalhadamente no decorrer do item 3.3.4.

No estudo de vida-de-prateleira, além de serem submetidos à ANOVA e teste de comparação de médias por Tukey ($p < 0,05$), os dados foram analisados em função do tempo através de regressão linear. Valores médios obtidos na análise sensorial e TBARS foram correlacionados entre os tratamentos, entre os tempos de estocagem e entre todos os pares de dados.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAS System for Windows, versão 6.12 (SAS, 1996).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. EXPERIMENTO 1: EFEITO DE DIFERENTES TEORES DE GORDURA EM EMBUTIDOS FERMENTADOS DE CARNE DE CAPRINOS

Embutidos fermentados apresentam maiores problemas quando se trata de redução do teor de lipídios, pois este parâmetro é determinado em larga escala pela gordura (toucinho) adicionada, cuja função tecnológica é importante. O toucinho contribui para evitar a compactação da massa, estimulando a evaporação contínua, imprescindível a uma boa maturação e aromatização do produto (WIRTH, 1991). Embutidos com granulação mais fina seriam os mais adequados para a redução do teor de gorduras. Segundo BACUS (1988), é possível produzir salames com 15% de gordura com quantidades reduzidas de toucinho. A análise destes produtos demonstra que estes atingem 20% de teor de gordura em duas semanas e 30% em 4 semanas, sendo que os produtos comerciais geralmente possuem de 35 a 55% de gordura. Deve-se considerar que estes embutidos secam muito mais rapidamente se comparados com produtos com teor normal de gordura, sendo maior a probabilidade de falsa desidratação na superfície (WIRTH, 1991).

Os gráficos de monitoramento do processo apresentados nas Figuras 8 e 9 mostram a evolução do pH e A_w dos embutidos fermentados formulados com diferentes teores de gordura. Verificou-se o mesmo comportamento de queda de pH e A_w , dentro das condições de processamento deste experimento. A amostra com 20% de gordura, no segundo dia, apresentou maior valor de pH do que os outros tratamentos, confirmando que quanto menor a porcentagem de gordura, mais rápida a queda do pH. Porém, no final do processamento, os valores de pH das amostras não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), o mesmo ocorrendo com valores de A_w . A porcentagem de perda de peso para todos os tratamentos neste experimento foi em média 30%.

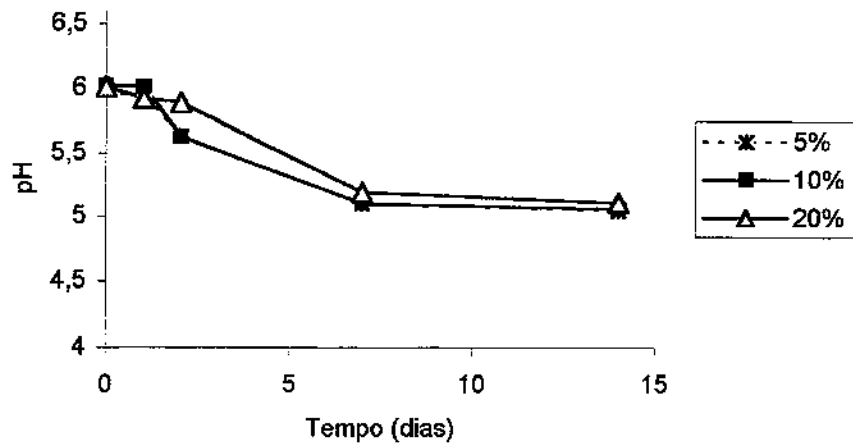


FIGURA 8. Evolução do pH dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura

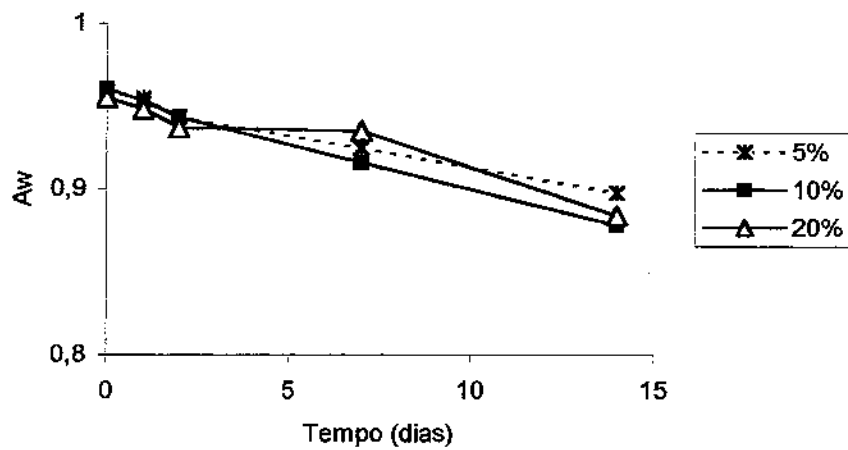


FIGURA 9. Evolução da Aw dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura

Na Tabela 12 são apresentados os valores médios finais de pH e Aw para os embutidos fermentados com diferentes teores de gordura. Não foram encontradas diferenças significativas ($p>0,05$) entre os tratamentos, o que significa que neste experimento, o teor de gordura não influenciou nos valores finais de Aw e pH dos produtos.

TABELA 12. Valores médios finais de pH e Aw dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura

	TRATAMENTO		
	5% gordura	10% gordura	20% gordura
pH	5,05a	5,06a	5,11a
Aw	0,898a	0,878a	0,882a

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma linha, não diferem ($p>0,05$) pelo teste de Tukey

Os valores de umidade, proteína e gordura dos produtos obtidos são apresentados na Tabela 13. A porcentagem de gordura diferiu entre os tratamentos ($p<0,05$) e apresentou-se proporcional à quantidade de gordura adicionada, como esperado. Os valores de umidade não diferiram entre si ($p>0,05$), enquanto que foram observadas diferenças entre os teores de proteína.

TABELA 13. Composição química dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura

	TRATAMENTO		
	5% gordura	10% gordura	20% gordura
Umidade (%)	49,55a	49,03a	49,19a
Proteína (%)	31,84a	26,78b	23,89c
Gordura (%)	10,76c	15,01b	21,54a
Relação umidade:proteína	1,6	1,8	2,1

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma linha, não diferem ($p>0,05$) pelo teste de Tukey

Por medida de segurança alimentar, foram efetuadas análises microbiológicas dos produtos, uma vez que estes seriam servidos aos provadores para análise sensorial. Independentemente da existência de padrão microbiológico em vigor para bactérias aeróbias mesófilas (contagem total), bolores e leveduras e coliformes totais para este tipo de produto, as amostras foram também submetidas a essas análises, para que se tivesse uma noção da carga microbiana e das condições higiênico-sanitárias do alimento, que, mesmo em se tratando de um produto fermentado, pode refletir as condições da matéria-prima, ambiente e manipulação. Os resultados estão apresentados na Tabela 14, que indicam que os produtos estão dentro dos padrões de legislação e em condições satisfatórias para consumo. A contagem padrão apresentou-se alta devido à adição da cultura iniciadora. Já a alta contagem de bolores e leveduras se deve à provável contaminação da câmara, pois não foi utilizado neste experimento o banho de sorbato de potássio 10% para prevenir seu crescimento.

TABELA 14. Características microbiológicas dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura

Análise microbiológica	TRATAMENTO			Limite legislação (a)
	5% gordura	10% gordura	20% gordura	
Contagem total (UFC/g)	$3,0 \times 10^6$	$8,5 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$	-
Coliformes totais (NMP/g)	<3	<3	<3	-
Coliformes fecais (NMP/g)	<3	<3	<3	máx. 10^2 /g
Bolores e leveduras (UFC/g)	$5,2 \times 10^5$	$5,9 \times 10^5$	$2,2 \times 10^6$	-
Staphylococcus aureus (48h) - (UFC/g)	<10	<10	<10	máx. 10^3 /g
Staphylococcus aureus (UFC/g)	<10	<10	<10	-
Salmonella	Ausência em 25g	ausência em 25g	ausência em 25g	ausência em 25g
Clostrídios sulfito redutores (UFC/g)	<10	<10	<10	máx. a 46°C 5 x 10/g

(-) - não estipulado

(a) - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1997

Os valores médios para os testes de aceitação sensorial são apresentados na Tabela 15. Pode-se observar que os valores de aceitação global, e atributos aparência, aroma, sabor e textura, não apresentaram diferença ($p>0,05$) entre os tratamentos. Os valores variaram de 5,0 a 5,7 para aceitação global; de 5,1 a 5,7 para aparência; de 5,3 a 5,8 para aroma; de 5,7 a 6,2 para sabor e de 5,2 a 5,6 para textura, indicando que todos os atributos analisados tiveram notas que correspondem a “não gostei nem desgostei” (nota 5) a “gostei ligeiramente” (nota 6).

TABELA 15. Valores médios de testes de aceitação para aceitação global, aparência, aroma, sabor e textura dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura

Avaliação sensorial	TRATAMENTO		
	5% gordura	10% gordura	20% gordura
Aceitação global	5,1a	5,7a	5,0a
Aparência	5,5a	5,1a	5,7a
Aroma	5,3a	5,8a	5,4a
Sabor	6,0a	6,2a	5,7a
Textura	5,5a	5,6a	5,2a

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma linha, não diferem ($p>0,05$) pelo teste de Tukey

Os histogramas de frequência para aceitação global, aparência, aroma, sabor e textura estão apresentados respectivamente nas Figuras 10 a 14. Em todos os histogramas, pode-se observar uma tendência maior para notas acima de 6. Os somatórios das notas 6/7/8/9 correspondentes aos atributos para todas as amostras estão apresentados na Figura 15. A formulação contendo 20% de gordura obteve maior % de notas 6/7/8/9 para aceitação global e para o atributo aparência e o menor somatório para o atributo aroma. Para os atributos sabor e textura, os somatórios para os tratamentos com 5 e 20% de gordura foram similares. Nos comentários espontâneos feitos pelos provadores nas fichas de escala hedônica, pode-se observar que para o tratamento com 5% de gordura, destacaram-se vários comentários negativos sobre a textura do produto, com citações como “textura muito firme”, “muito duro” e “difícil de mastigar”. Estes comentários estão coerentes com o tipo de produto, onde foi adicionada uma quantidade mínima de gordura, tendo-se também de levar em consideração que a carne de caprinos também possui baixo teor de gorduras, o que leva a um produto final com a textura muito dura. Para os tratamentos com 10 e 20% de gordura, destacaram-se comentários positivos em relação ao aroma e sabor do produto. Para o atributo textura, foram feitos menos comentários negativos para a amostra com 10% de gordura, enquanto que para o tratamento com 20%, observou-se desgostos em relação à textura “demasiadamente macia”. Segundo MITTAL & BARBUT (1994), apesar do conteúdo calórico, a gordura contribui para sabor, aroma, suculência e textura em muitos produtos. Portanto, qualquer tentativa para reduzir o teor de gordura em alimentos deve levar em consideração a contribuição da gordura nas propriedades organolépticas deste produto. Em produtos cárneos, a gordura é essencial para o sabor, aroma e textura, e sua redução pode afetar a aceitação do produto. CROSS et al. (1980) em um estudo sobre efeito de diferentes teores de gordura nas características químicas e sensoriais de produtos reestruturados de carne bovina, relataram que quanto maior o teor de gordura, maior seria a maciez e suculência dos produtos estudados.

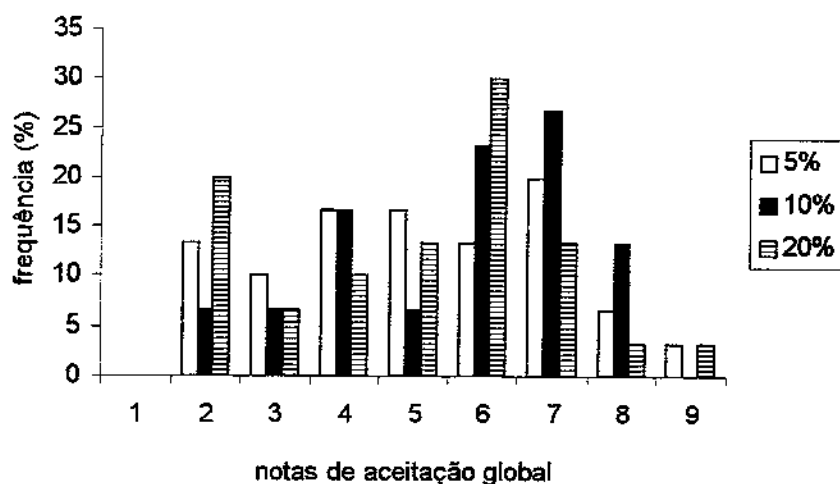


FIGURA 10. Histograma de frequência das notas atribuídas para aceitação global dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura

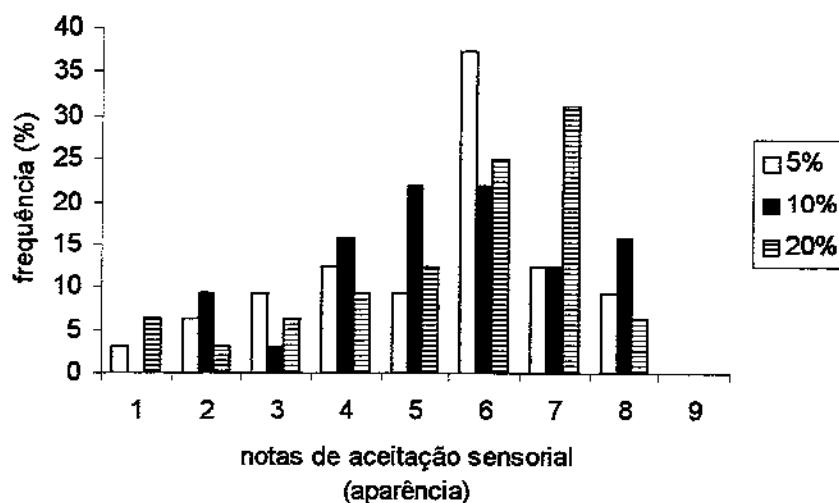


FIGURA 11. Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo aparência dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura

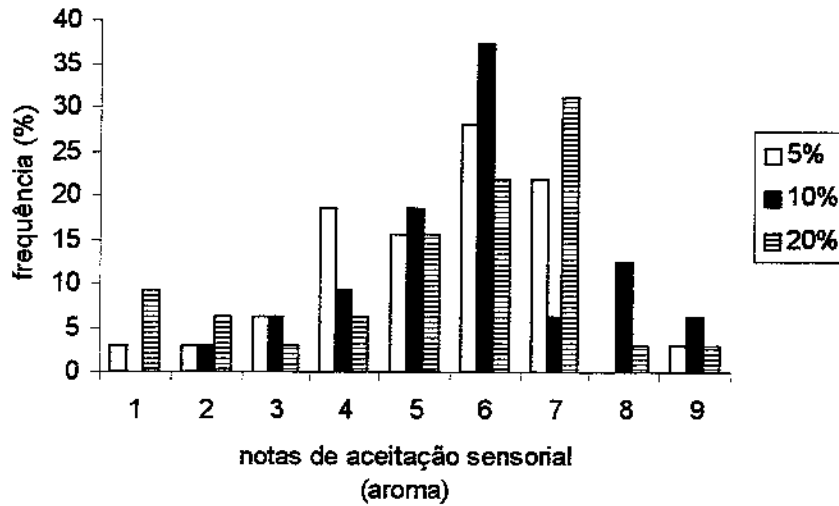


FIGURA 12. Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo aroma dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura

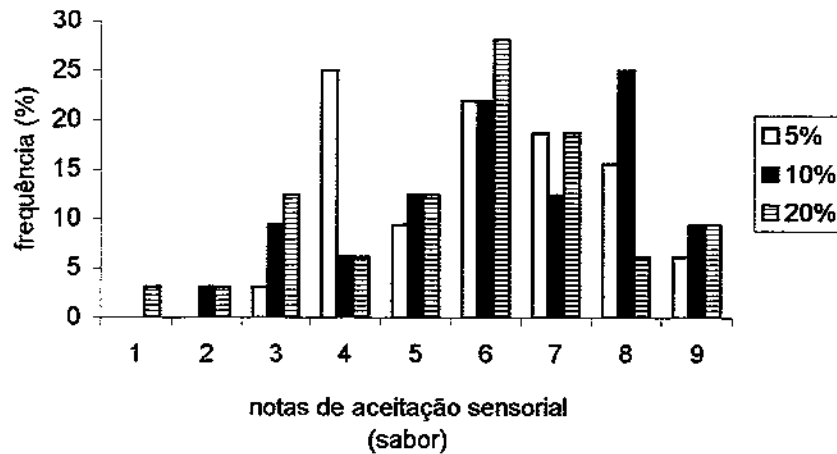


FIGURA 13. Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo sabor dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura

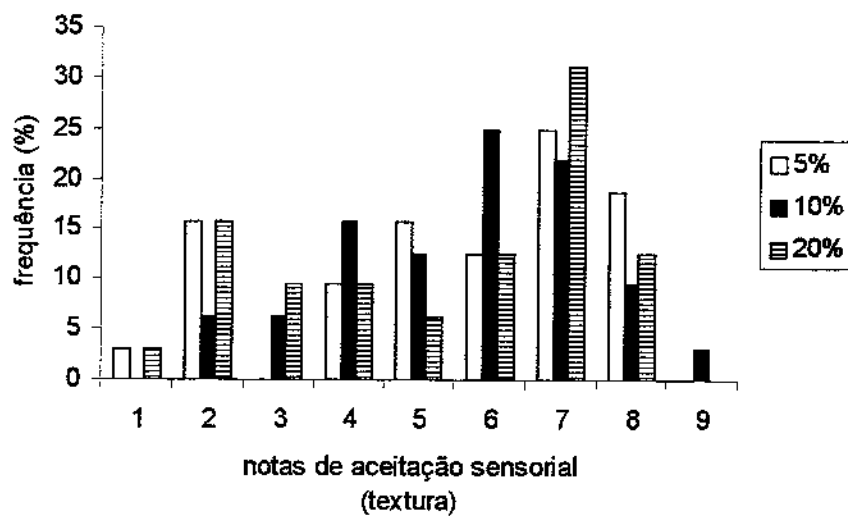


FIGURA 14. Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo textura dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes teores de gordura

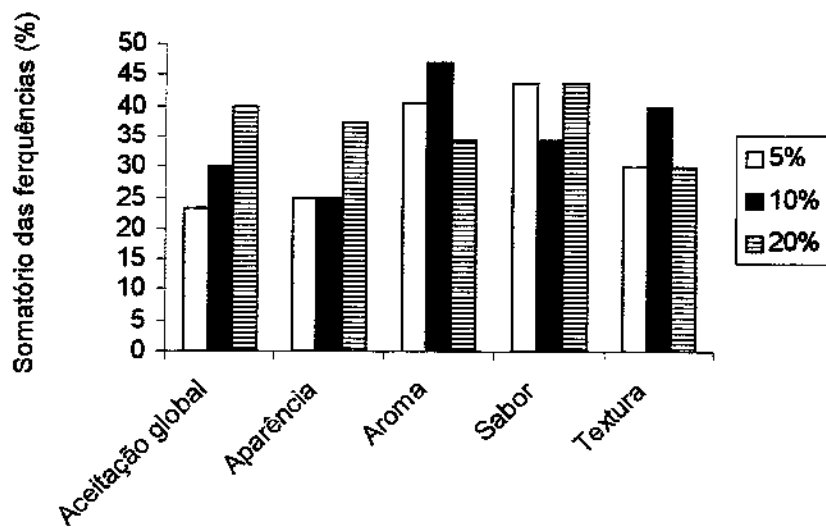


FIGURA 15. Representação gráfica do somatório das frequências de notas 6/7/8/9 para embutidos fermentados formulados com diferentes teores de gordura

Tendo em vista todos os resultados deste experimento, considerou-se como a porcentagem de gordura mais adequada a de 20% para embutido fermentado de carne de caprinos, uma vez que os testes sensoriais não indicaram diferenças entre as médias e a análise dos resultados obtidos pelos histogramas de frequências se apresentou favorável aos tratamentos com maior teor de gordura. Considerando-se que a carne de caprinos é uma carne com baixo teor de gordura, a adição de uma quantidade de 20% seria adequada, uma vez que existem influências sobre a textura do produto, como pode se observar nos resultados deste experimento. É possível encontrar formulações que recomendam a adição de 10 a 30% de toucinho, levando a um produto final com porcentagem de gordura variável, dependendo do processo de maturação, fermentação e secagem.

4.2. EXPERIMENTO 2: EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES CULTURAS STARTERS NO PROCESSAMENTO DE EMBUTIDOS FERMENTADOS DE CARNE DE CAPRINOS

Observando-se o gráfico de evolução do pH (Figura 16) no decorrer do tempo, para os embutidos formulados com 0,02% de diferentes culturas, há indicação de queda de pH para todos os produtos, porém em caráter menos acentuado para o tratamento com cultura SPX. A velocidade de queda do pH influencia a perda de água do produto, conseqüentemente a A_w ; quando o pH se aproxima do ponto isoelétrico das proteínas, há maior perda de água. Portanto, quanto mais rápida a queda de pH, maior a velocidade de perda de água, levando a menores valores de A_w (BACUS, 1984). Este fenômeno pode ser observado no gráfico da Figura 17, onde está apresentada a evolução da A_w dos produtos. O tratamento contendo a cultura SPX, que apresentou menor queda de pH, também apresentou maior A_w , pois perdeu menos água durante o processamento. As outras amostras, por apresentarem maior queda de pH, perderam mais água, apresentando conseqüentemente menores valores de A_w . Durante o processamento, a perda de peso foi por volta de 35%.

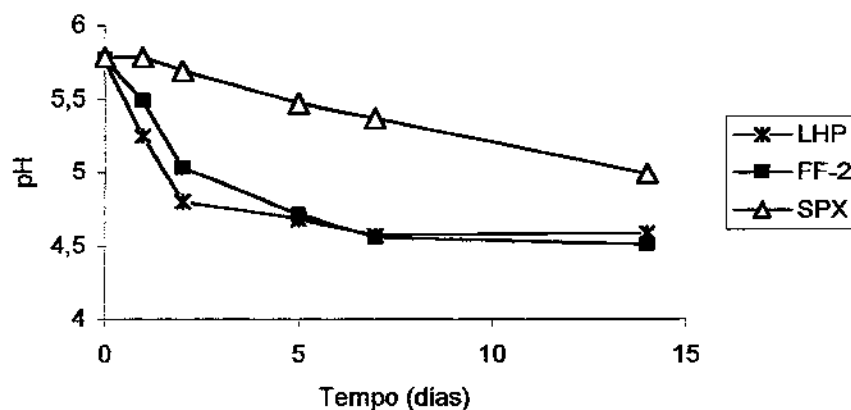


FIGURA 16. Evolução do pH dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters

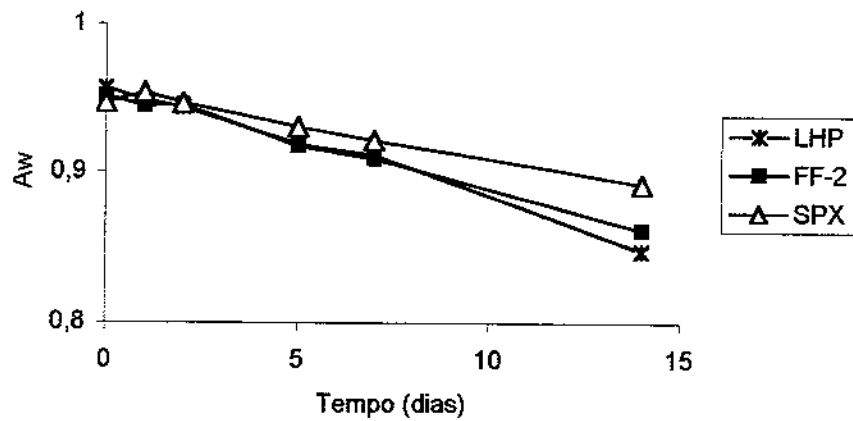


FIGURA 17. Evolução da Aw dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters

Neste experimento, os tratamentos com as culturas LHP e FF-2 atingiram o pH de 5,3 ou menor recomendado pelo AMERICAN MEAT INSTITUTE (1982) em 48 horas, com valores de 4,8 e 5,0, respectivamente, porém o tratamento com cultura SPX não atendeu esta recomendação, atingindo pH de 5,7. Para verificar a segurança do processo, foram calculados quantos graus-hora foram utilizados para que as amostras atingissem o pH ideal. Para os cálculos, foram considerados 24 horas a 25°C (77°F) e 24 horas a 21,3°C (70,3°F) para os tratamentos com culturas LHP e FF-2 e para SPX, mais 120 horas a 16,2°C (61,2°F). Os resultados dos cálculos para os três tratamentos estão apresentados na Tabela 16.

TABELA 16. Controle tempo-temperatura para embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters

Tratamento	Nº graus-hora para atingir pH 5,3
LHP	655
FF-2	655
SPX	799

Apesar do tratamento com a cultura SPX não ter atingido o pH recomendado em 48 horas, calculando-se os graus-hora do processo, observa-se que os valores estão compatíveis com a condição exigida pelo AMERICAN MEAT INSTITUTE (1982), que exige que o número de graus hora seja menor que 1200 graus-hora. Os outros tratamentos também estão dentro do padrões, como era esperado.

Amostras foram coletadas após o período de 48 horas, período em que foram submetidas a temperaturas mais altas, para contagem de *S. aureus*. Os resultados apresentaram contagens <10 UFC/g para todos os tratamentos, indicando que não houve crescimento deste microrganismo durante este período.

A atividade de cultura starters geralmente se refere à habilidade da cultura de produzir ácido lático em um sistema cárnico. A taxa de queda de pH e produção de ácido aumenta proporcionalmente à atividade da cultura. Apesar do número total de microrganismos influenciar a taxa de fermentação, a atividade, a habilidade de produção de ácido dependem do microrganismo, das condições de processamento, do método de preservação antes da inoculação à carne e à formulação e parâmetros de processamento do produto (BACUS, 1984).

O gráfico apresentado na Figura 18 mostra a evolução da produção de ácido lático nos produtos estudados. O tratamento com a cultura FF-2 apresentou maior produção de ácido lático, o que era esperado por se tratar de uma cultura de fermentação extra-rápida e por possuir em sua composição a presença do microrganismo *Lactobacillus farciminis*. Sabe-se que os microrganismos do gênero *Lactobacillus* são mais acidificantes que os *Pediococci* (BACUS, 1984), presentes nas outras duas culturas utilizadas neste experimento. A taxa de formação de ácido é determinada pelo tipo de carboidrato adicionado, as espécies dominantes da cultura adicionada e temperatura. A temperaturas de 20 a 25°C, bactérias do gênero *Lactobacillus* crescem mais rapidamente enquanto que a 40°C (temperatura às vezes utilizada para fabricação de “summer sausages”), bactérias do gênero *Pediococcus* são mais ativas. Porém, a temperaturas mais baixas, patógenos mesofílicos podem ter seu crescimento favorecido e competem melhor.

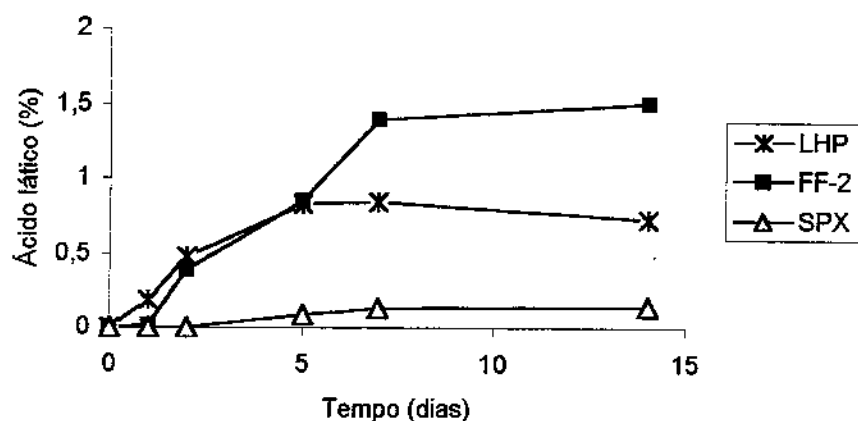


FIGURA 18. Evolução da produção de ácido láctico para embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters

Os valores finais de pH, Aw e porcentagem de ácido láctico finais dos produtos obtidos são apresentados na Tabela 17. O tratamento com cultura SPX apresentou maior pH e menor porcentagem de ácido láctico, enquanto que o tratamento com FF-2, o menor valor de pH e maior porcentagem de ácido láctico. Os valores de pH e ácido láctico apresentaram-se diferentes entre os tratamentos ($p < 0,05$). Já os valores de Aw não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos com culturas LHP e FF-2, que foram menores do que o valor apresentado pelo tratamento com cultura SPX, coerente com o conjunto de dados apresentado. Isto é, o tratamento com cultura SPX, com cultura menos acidificante que as demais, apresentou maior pH, menor porcentagem de ácido láctico e maior Aw, devido à maior retenção de água pelas proteínas, que demoraram a atingir seu ponto isoelétrico, dificultando a saída da água, levando a uma maior Aw no produto. Quanto ao tratamento com cultura LHP, uma mistura de duas cepas de *Pediococcus sp.*, parece ter aumentado seu potencial de produção de ácido, pois alcançou valores de pH baixos logo no início do processo, tal como o tratamento contendo *Lactobacillus*, porém com menor intensidade que esta cultura, apresentando valores intermediários.

TABELA 17. Valores finais de pH, Aw e porcentagem de ácido lático para embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters

	TRATAMENTO		
	SPX	LHP	FF-2
pH	4,99a	4,59b	4,51c
Aw	0,892a	0,847b	0,86b
Ácido lático (%)	0,146a	0,734b	1,51c

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma linha, não diferem ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey

Os valores de pH e porcentagem de ácido lático encontrados neste experimento para o tratamento com cultura LHP, uma mistura de duas cepas do microrganismo *Pediococcus* sp., concordam com os encontrados por ACTON et al. (1972). Estes autores, em um estudo do efeito da temperatura de fermentação nas propriedades da carne e no sabor e aroma de embutidos fermentados encontraram valores de pH finais variando de 4,5 a 4,7 e de ácido lático, de 0,5 a 1,5%, ao utilizar culturas de *Pediococcus cerevisiae*. JOHANSSON et al. (1994) em um estudo sobre lipólise, proteólise e formação de componentes voláteis durante o processamento de embutido fermentado com uma cultura contendo *Pediococcus pentosaceus* e *Staphylococcus xylosus*, relataram a formação de ácido acético durante a maturação, como também atividade lipolítica. Neste estudo foi observado que a maioria das mudanças em relação a pH, produção de ácido lático, peróxidos e desenvolvimento de aromas ocorreram nos três primeiros dias, sendo que a lipólise e proteólise continuaram ocorrendo após este período. Foi relatado a queda do pH do produto de 5,7 para 5,0, nos três primeiros dias, diferentemente do que foi observado neste experimento, apesar da cultura utilizada ter sido a mesma (SPX), provavelmente devido à diferença das temperaturas de maturação utilizadas nos processamentos. DELLAGLIO et al. (1996) relatam valores de 0,246 a 1,544% de ácido lático em embutido seco italiano, similares aos encontrados no presente experimento. ZALACAIN et al. (1995) em um estudo comparativo entre salames com formulação tradicional com cultura starter contendo os microrganismos

Lactobacillus plantarum e *Staphylococcus carnosus* e outro tendo adicionado lipase, relatam valores de pH de 4,71 para a formulação elaborada com cultura starter. Este valor está bem próximo daquele obtido neste experimento para a amostra com cultura que contem os microrganismos *Lactobacillus* e *S. carnosus/S. xylosus*, cujo valor de pH final obtido foi de 4,51. STAHNKE (1995a, 1995b, 1995c) em uma série de estudos, relata dados químicos, microbiológicos e sensoriais em embutidos secos fermentados com *Staphylococcus xylosus* a diferentes temperaturas e níveis de ingredientes, entre eles a combinação com a cultura de *Pediococcus pentosaceus*. Amostras que continham a combinação das duas culturas apresentaram menor pH devido à adição da cultura acidificante. Amostras submetidas a temperatura de fermentação de 25°C durante 48 horas e submetidas a secagem a 15°C por 26 dias, com a combinação das duas culturas, similares à cultura SPX deste experimento, também apresentaram queda semelhante a este experimento, isto é, o pH de 5,3 não foi atingido em 48 horas, variando de 5,4 a 5,9. O tratamento que utilizava a combinação das duas culturas e glicose na formulação atingiu valores de pH de 5,1 em 7 dias e 4,9 em 14 dias, similares aos dados obtidos nos experimentos deste trabalho.

Os produtos finais obtidos foram analisados quanto à sua qualidade microbiológica para posterior análise sensorial. Todas as amostras apresentaram valores de *Salmonella*, *S. aureus* e coliformes fecais dentro dos limites da legislação brasileira (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1997). A contagem padrão, como no experimentos anterior, apresentou-se com valores elevados devido à adição de cultura starters enquanto que bolores e leveduras apresentaram valores <10 UFC/g, devido à eficácia do tratamento realizado nas amostras antes da entrada na câmara, banho de imersão em solução de sorbato de potássio 10%. Os valores obtidos para análise microbiológica estão apresentados na Tabela 18.

TABELA 18. Características microbiológicas dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters

Análise microbiológica	TRATAMENTO			Limite Legislação (a)
	SPX	LHP	FF-2	
Contagem total (UFC/g)	$1,0 \times 10^5$	$2,8 \times 10^5$	$1,2 \times 10^4$	-
Coliformes totais (NMP/g)	<3	<3	<3	-
Coliformes fecais (NMP/g)	<3	<3	<3	máx. $10^2/g$
Bolores e leveduras (UFC/g)	<10	<10	<10	-
Staphylococcus aureus (48h) - (UFC/g)	<10	<10	<10	máx. $10^3/g$
Staphylococcus aureus (UFC/g)	<10	<10	<10	-
Salmonella	ausência em 25g	ausência em 25g	ausência em 25g	ausência em 25g
Clostrídios sulfito redutores (UFC/g)	nd	nd	nd	máx. a 46°C: $5 \times 10/g$

nd – não determinado

(-) – não estipulado

(a) – MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1997

A análise sensorial dos produtos indicou valores médios que variaram de 5,5 a 5,9 respectivamente para os tratamentos contendo culturas LHP e SPX para aceitação global. Os valores médios para aceitação global, aroma, sabor e textura não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) para todas os tratamentos (Tabela 19). Houve diferença significativa apenas para o atributo aparência, onde o tratamento com cultura SPX apresentou menor valor, em comparação com os outros tratamentos. Os histogramas de frequência para aceitação global e os atributos aparência, aroma, sabor e textura estão apresentados respectivamente nas Figuras 19 a 23.

TABELA 19. Valores médios de notas de aceitação sensorial para aceitação global, aparência, aroma, sabor e textura para embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters

Avaliação sensorial	TRATAMENTO		
	SPX	LHP	FF-2
Aceitação global	5,9a	5,5a	5,6a
Aparência	4,7b	5,7a	6,1a
Aroma	4,7a	5,0a	4,4a
Sabor	5,7a	5,3a	5,3a
Textura	5,9a	6,0a	5,9a

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma linha, não diferem ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey

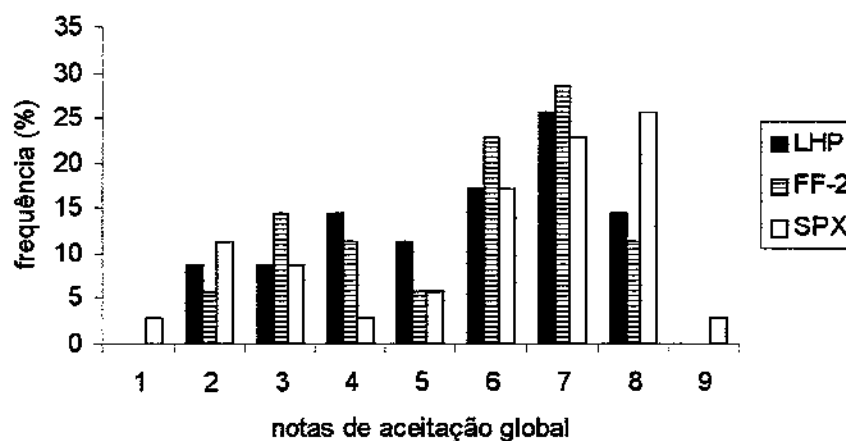


FIGURA 19. Histograma de frequência das notas atribuídas para aceitação global dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters

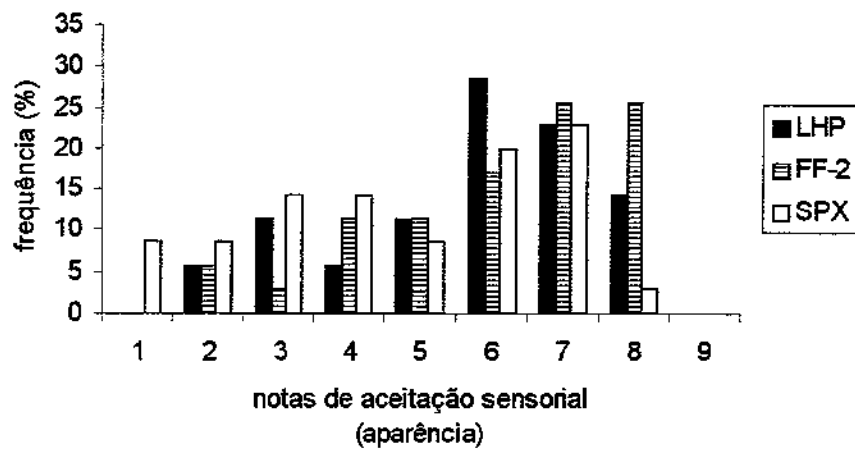


FIGURA 20. Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo aparência dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters

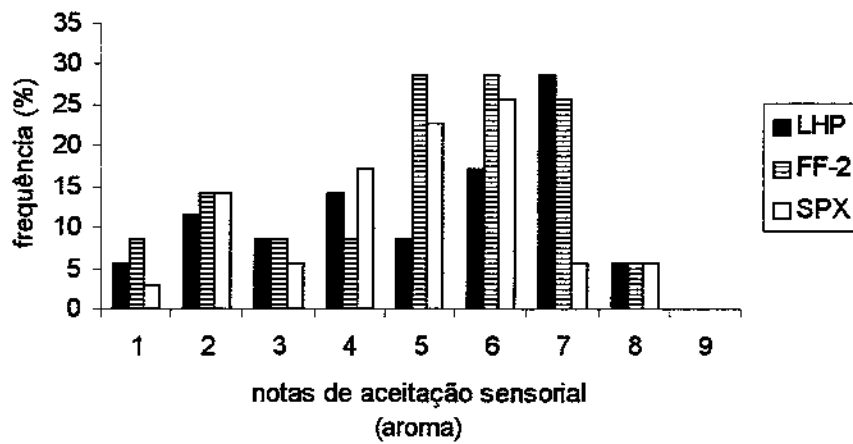


FIGURA 21. Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo aroma dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters

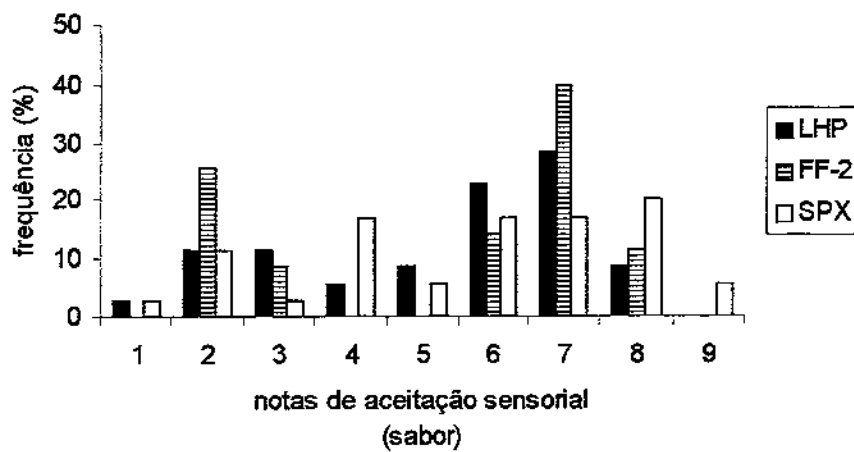


FIGURA 22. Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo sabor dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters

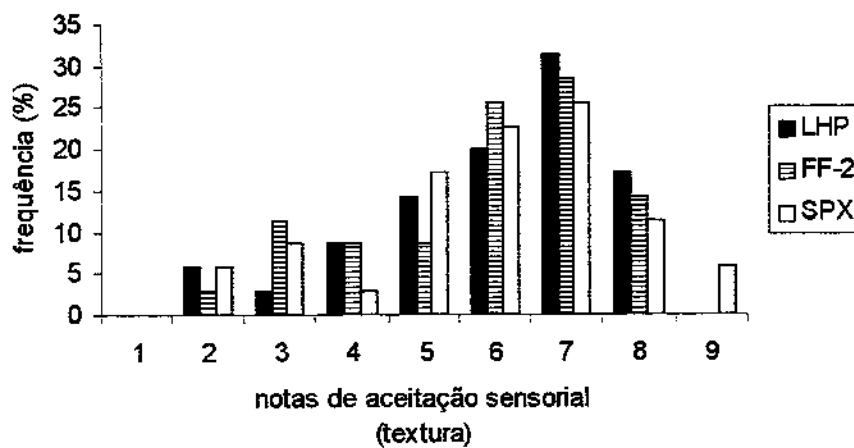


FIGURA 23. Histograma de frequência das notas atribuídas para o atributo textura dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters

Analisando-se o somatório das notas 6/7/8/9 dos embutidos fermentados formulados com diferentes culturas starters (Figura 24), observou-se que o tratamento com cultura FF-2 obteve os maiores valores de somatório para aceitação global e para os atributos aparência, aroma e sabor, enquanto que o tratamento com a cultura SPX apresentou o maior valor de somatório para textura. Os comentários espontâneos feitos pelos provadores nas fichas de análise sensorial, tanto na sessão para aceitação global quanto para os atributos, não indicou nenhuma tendência marcante entre os tratamentos. Dentre os inúmeros comentários, observou-se comentários isolados sobre a acidez do produto, para a amostra FF-2 e outros sobre sabor “rançoso”, “sabão”, que poderiam ser atribuídos para oxidação da gordura dos produtos ou mesmo devido à ação lipolítica dos microrganismos presentes nas culturas utilizadas.

Os resultados deste experimento demonstraram que todas as culturas poderiam ser utilizadas, pois pode-se obter através delas produtos seguros do ponto de vista microbiológico. A escolha da cultura adequada só irá depender das características organolépticas desejadas no produto final.

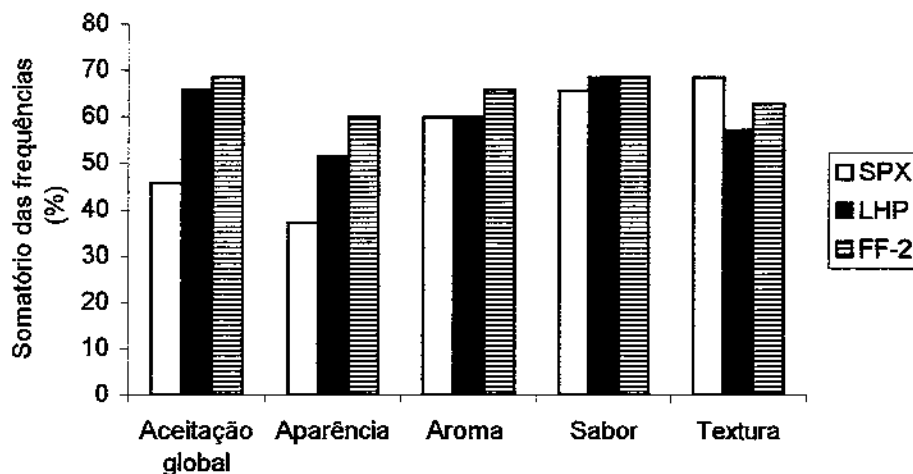


FIGURA 24. Representação gráfica do somatório das frequências de notas 6/7/8/9 para embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes culturas starters

4.3. EXPERIMENTO 3: ESTUDO DA ESTABILIDADE OXIDATIVA DE EMBUTIDOS FERMENTADOS DE CARNE DE CAPRINOS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE ANTIOXIDANTE NATURAL

Neste experimento, partiu-se de uma formulação com 0,02% da cultura FF-2, escolhida por assegurar rápida queda do pH, obtendo-se um produto supostamente de boa estabilidade microbiológica durante o período de estocagem para estudo da estabilidade oxidativa de embutido fermentado de caprinos. O produto com 20% de gordura em sua formulação foi submetido à adição de dois diferentes níveis de antioxidante natural alecrim (*Rosmarinus officinalis*). Foram escolhidos níveis na faixa recomendada pelo fornecedor do produto (0,01 a 0,08%), também encontrados em literatura e comumente utilizados na indústria. O alecrim foi adicionado junto dos outros condimentos, na forma de pó, sendo homogeneizado junto de outros ingredientes na preparação da massa em misturadeira.

O processamento foi monitorado e nas Figuras 25 e 26 são apresentados os gráficos da evolução do pH e Aw. Observou-se a queda do pH para valor recomendado dentro das 48 horas preconizadas por COVENTRY & HICKEY (1991), que afirmam que para que o microrganismo *S. aureus* seja inibido por cultura de lactobacilos, a queda de pH até o valor de 5,2 deve ocorrer dentro de 48 horas, para um produto de fermentação rápida.

Em relação à Aw, foi observada diminuição dos valores durante o processamento, o que é desejável para a estabilidade do produto à temperatura ambiente. Segundo a teoria dos obstáculos, produtos de carne que apresentam pH menor que 5,2 e Aw <0,95 podem ser considerados estáveis à temperatura ambiente (LEISTNER & RODEL, 1975). Produtos com Aw entre 0,95 e 0,90, pH entre 4,8 e 5,2 e tempo de processamento 1 a 2 semanas, são considerados como de maturação rápida na Alemanha e correspondem a 80% dos embutidos fermentados produzidos naquele país (LEISTNER, 1990). Os produtos obtidos neste experimento podem portanto ser considerados como de maturação rápida, apesar de apresentarem valores de Aw e pH mais baixos. Além disso, apresentaram por volta de 30% de perda de peso ao final do processamento.

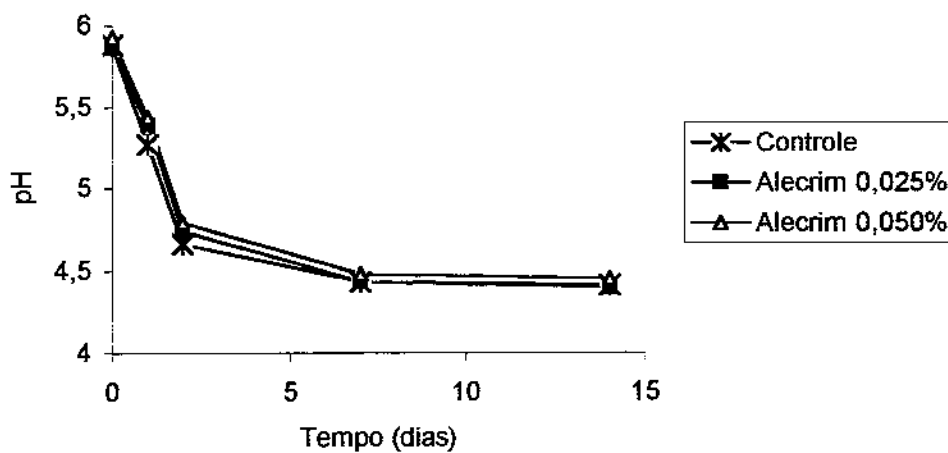


FIGURA 25. Evolução do pH dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural

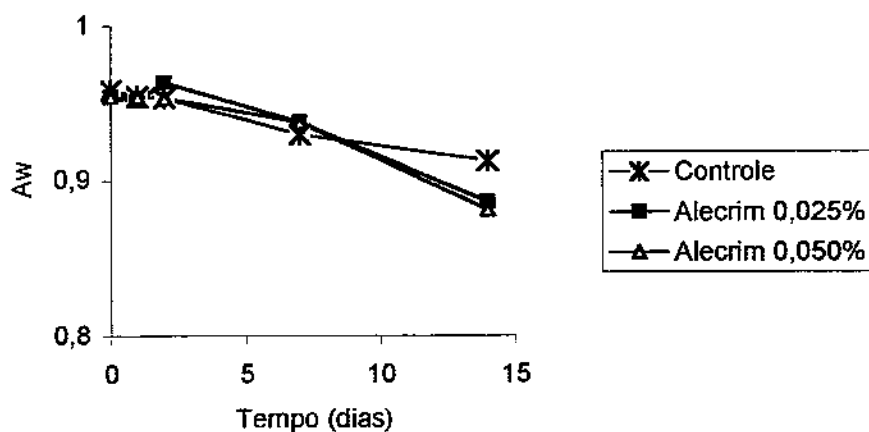


FIGURA 26. Evolução da Aw dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural

4.3.1. CARACTERIZAÇÃO INICIAL DAS AMOSTRAS DE EMBUTIDOS FERMENTADOS DE CARNE DE CAPRINOS

4.3.1.1. Características físico-químicas

A composição química e relação umidade:proteína e os valores finais de Aw e pH das amostras de embutido fermentado de carne de caprinos estão apresentados respectivamente nas Tabelas 20 e 21. Analisando-se os resultados obtidos para relação umidade:proteína e os valores finais de pH, pode-se classificar estes produtos como embutidos secos, segundo a definição do AMERICAN MEAT INSTITUTE (1982), que os define como “produtos moídos que, como resultado de ação bacteriana, alcançam o pH de 5,3 ou menos e são submetidos a secagem, para remoção de 25 a 50% de umidade, apresentando uma relação umidade:proteína menor que 2,3”.

TABELA 20. Composição química e relação umidade:proteína dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural

	TRATAMENTO		
	Controle	Alecrim 0,025%	Alecrim 0,05%
Umidade	44,82b	48,29a	49,33a
Proteína	23,59a	22,76b	24,13a
Gordura	25,04a	23,58b	23,08b
Relação umidade:proteína	1,90	2,12	2,04

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma linha, não diferem ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey

TABELA 21. Valores médios finais de pH e Aw dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural

	TRATAMENTO		
	Controle	Alecrim 0,025%	Alecrim 0,05%
pH	4,41a	4,40a	4,45a
Aw	0,912a	0,886b	0,881b

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma linha, não diferem ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey

Segundo a USDA (1977), citada por BACUS (1984), embutidos que possuem uma relação umidade:proteína de 3,1 ou menos e $pH < 5,0$ não necessitam refrigeração. Além disso, produtos com pH menor ou igual 5,2 e Aw menor ou igual 0,95; pH menor que 5,0 ou Aw menor que 0,91, são considerados como estáveis (LEISTNER & RODEL, 1975). A vida-de-prateleira destes produtos geralmente não é limitada pela deterioração microbiológica, mas por alterações químicas ou físicas (BACUS, 1984).

Observando-se os valores obtidos para Aw e pH, os produtos formulados podem ser considerados como estáveis, não necessitando refrigeração.

As variações das condições da câmara na qual os produtos foram estocados durante o período de 90 dias, em temperatura ambiente, são apresentadas na Tabela 22. A câmara não possuía controle de umidade relativa, observando-se grande variação neste parâmetro. No final do período de estocagem, principalmente a partir de 60 dias, houve uma grande elevação da umidade relativa devido ao período chuvoso na região, o que pode ter contribuído para o crescimento visível de bolores e leveduras identificados no final de período de estocagem (90 dias).

TABELA 22. Registro das temperaturas e umidades relativas atuais, máximas e mínimas no decorrer de período de estocagem à temperatura ambiente

Data	Tempo de estocagem (dias)	Hora	Visor câmara (a)	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)		
				Atual(b)	Mínima	Máxima	Atual(a)	Mínima	Máxima
19/02/99	0	16:30	26	27,1	26,5	27,4	75	74	80
22/02/99	3	10:30	27	28,3	26,5	28,4	80	73	82
24/02/99	5	12:30	27	27,7	26,5	28,4	97	73	97
01/03/99	13	13:30	27	27,6	26,5	28,4	82	73	97
03/03/99	15	14:30	27	28,0	27,5	28,4	96	80	96
08/03/99	20	13:30	27	28,3	27,4	28,4	76	69	96
15/03/99	27	10:30	27	28,0	27,2	28,4	97	69	98
18/03/99	30	15:00	27	28,2	27,3	28,3	98	92	98
22/03/99	34	8:30	27	27,8	25,8	28,3	88	86	99
29/03/99	41	13:30	27	27,9	25,8	28,3	95	81	99
01/04/99	43	11:30	27	28,1	25,8	28,3	88	79	99
05/04/99	47	15:30	27	27,9	27,5	28,4	87	74	90
13/04/99	55	9:00	27	28,1	27,4	28,4	86	71	95
18/04/99	60	8:30	27	27,9	26,8	28,4	86	71	98
27/04/99	69	8:30	27	27,2	26,8	28,4	99	71	99
03/05/99	75	8:30	27	26,8	25,3	28,4	99	71	99
10/05/99	82	13:00	27	26,8	26,8	28,0	99	97	99
18/05/99	90	9:00	27	26,6	25,6	28,2	99	96	99
MÉDIA			27	27,7	26,6	28,3	90	78	96

(a) Registro interno de temperatura da câmara

(b) Registro no momento de leitura

4.3.1.2. Características microbiológicas

Logo após o processamento, amostras de todos os tratamentos foram analisadas para avaliação da qualidade microbiológica. A contagem de bactérias aeróbias mesófilas variou de $2,8 \times 10^5$ a $5,4 \times 10^5$ UFC/g. O valor alto para este parâmetro se deve à adição de cultura láctica ao produto, como relatado em experimentos anteriores. Em relação a bolores e leveduras, os valores apresentaram <10 UFC/g, devido ao tratamento recebido pelas amostras de banho de sorbato de potássio 10%, que visava inibir o crescimento das mesmas. A determinação de coliformes totais e fecais, *S. aureus* e *Salmonella* apresentaram valores dentro do padrão estabelecido pela legislação federal (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1997). Para detectar-se a presença de *S. aureus*, que poderiam desenvolver-se à temperatura de fermentação, coletou-se amostras do produto ao final de 48 horas e no final deste período. Os resultados acusaram valores <10 UFC/g para todas as amostras, indicando que o processo foi eficaz e não permitiu o desenvolvimento destes microrganismos e consequente produção de enterotoxinas. Uma vez que a temperatura foi diminuída em etapas posteriores, não haveria mais o risco de crescimento desses microrganismos. Os valores obtidos para caracterização microbiológica inicial das amostras de embutidos fermentados de carne de caprinos estão apresentados na Tabela 23.

Os valores de contagem total encontrados foram similares aos relatados por HOFFMANN et al. (1997a, 1997b), cujos valores variaram de $1,2 \times 10^3$ a $1,0 \times 10^9$, em estudos sobre a qualidade microbiológica de salames comerciais. Normalmente, produtos fermentados possuem uma grande população de microrganismos, sendo encontradas contagens na ordem de até 10^9 . Portanto, uma contagem alta não tem grande significado, pois geralmente há predominância de um microflora competitiva e desejada, que concorre com a microflora normal das matérias-primas utilizadas (ICMSF, 1988).

TABELA 23. Caracterização microbiológica inicial dos embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural

Análise microbiológica	TRATAMENTO			
	Controle	Alecrim 0,025%	Alecrim 0,05%	Limite legislação(a)
Contagem total (UFC/g)	$5,4 \times 10^5$	$2,8 \times 10^5$	$4,9 \times 10^5$	–
Coliformes totais (NMP/g)	<3	<3	<3	–
Coliformes fecais (NMP/g)	<3	<3	<3	máx. 10^2 /g
Bolores e leveduras (UFC/g)	<10	<10	<10	–
Staphylococcus aureus (48h) (UFC/g)	<10	<10	<10	máx. 10^3 /g
Staphylococcus aureus (UFC/g)	<10	<10	<10	–
Salmonella	ausência em 25g	ausência em 25g	ausência em 25g	ausência em 25g
Clostrídios sulfito redutores (UFC/g)	nd	nd	nd	máx. a 46°C: 5 x 10/g

nd – não determinado

(-) – não estipulado

(a) – MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1997

4.3.2. ESTUDO DA ESTABILIDADE DOS EMBUTIDOS FERMENTADOS DE CARNE DE CAPRINOS, EM FUNÇÃO DO TEMPO DE ESTOCAGEM

4.3.2.1. Análises físico-químicas

pH em função do tempo de estocagem

A análise de regressão linear dos valores obtidos de pH em função do tempo de estocagem mostrou que existe correlação linear ($p < 0,001$), para todos os tratamentos. Porém, os coeficientes de correlação foram baixos. As equações das retas obtidas por regressão linear do pH em função do tempo de estocagem estão apresentadas na Tabela 24 e o gráfico do pH em função do tempo de estocagem está apresentado na Figura 27.

TABELA 24. Equações das retas obtidas por regressão linear dos valores de pH em função do tempo de estocagem, onde x =tempo e y =pH.

Tratamento	pH	
	Equação da reta	r^2
Controle	$y = 4,47 + 0,0009x$	0,1954***
Alecrim 0,025%	$y = 4,45 + 0,001x$	0,3214***
Alecrim 0,05%	$y = 4,55 + 0,0026x$	0,4421***

r^2 = coeficiente de correlação; ***significativo, $p < 0,001$

Estatisticamente os valores obtidos para pH no decorrer do tempo apresentaram diferença e correlação significativas ($p < 0,05$ e $p < 0,001$ respectivamente). Porém, os valores apresentaram pouca variação, oscilando entre 4,4 a 4,8 (Anexo 1) indicando que o pH é praticamente constante, não sofrendo influência do tempo de estocagem, confirmado pelos baixos coeficientes de inclinação das retas (Tabela 24). O pequeno aumento de pH pode ser atribuído a degradação de proteínas básicas, o que ocasiona a elevação dos valores de pH. A intensa acidificação inicial pode ter sido responsável pela pouca variação entre os valores de pH.

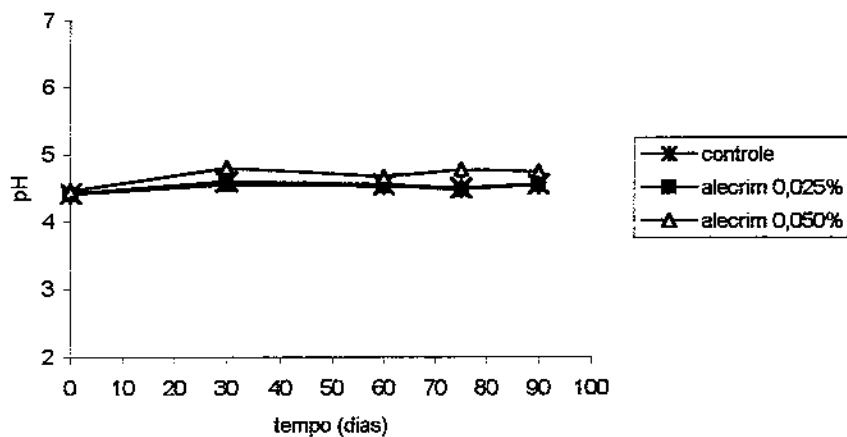


FIGURA 27. Variação do pH em função do tempo de estocagem

Aw em função do tempo de estocagem

A análise de regressão linear dos valores de A_w em função do tempo de estocagem mostrou que não existe correlação linear significativa ($p > 0,05$) para todos os tratamentos. Os resultados mostram que houve pouca variação entre os valores obtidos em função do tempo de estocagem, indicando que a embalagem a vácuo forneceu proteção adequada em relação à absorção de água.

O teste de Tukey mostrou que ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os valores de A_w em função do tempo de estocagem para cada tratamento. Os valores oscilaram de forma indefinida durante o período estudado, mas podem ser considerados como praticamente constantes (Anexo 2).

O gráfico com os valores médios de Aw obtidos em função do tempo de estocagem está apresentado na Figura 28.

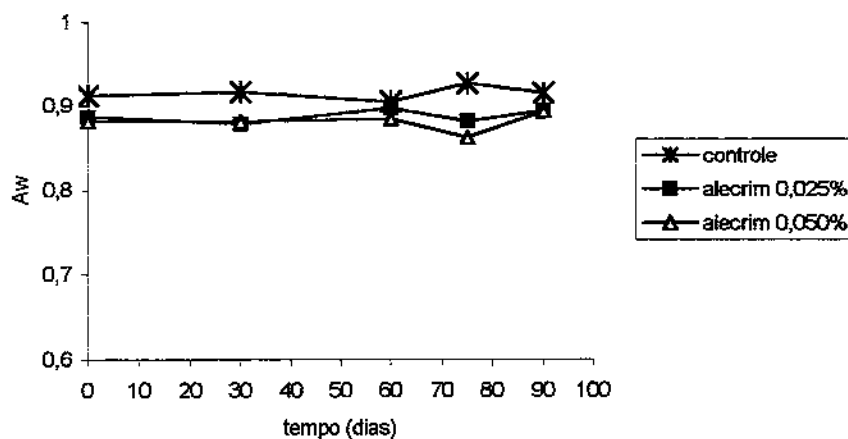


FIGURA 28. Variação da Aw em função do tempo de estocagem

Número de TBARS em função do tempo de estocagem

A análise de regressão linear dos valores de TBARS em função do tempo de estocagem (Tabela 25) mostrou que existe correlação linear significativa ($p < 0,01$ e $p < 0,001$) para todos os tratamentos, apesar dos valores de r terem sido baixos para os tratamentos com antioxidante.

TABELA 25. Equações das retas obtidas por regressão linear dos valores de TBARS em função do tempo de estocagem, onde x=tempo e y=TBARS

TBARS		
Tratamento	Equação da reta	r²
Controle	$y = 17,46 - 0,131x$	0,717**
Alecrim 0,025%	$y = 14,65 - 0,091x$	0,400**
Alecrim 0,05%	$y = 10,17 - 0,040x$	0,200***

r² = coeficiente de correlação

** significativo, p<0,01; ***significativo, p<0,001.

Foram observados diferentes índices de TBARS das amostras no início do período de estocagem, sendo maior para a amostra controle (sem antioxidante), em seguida para a amostra com menor nível de antioxidante, seguido da amostra com maior nível de antioxidante. Isto indica que as reações de oxidação se iniciaram durante o processamento do produto e que foram proporcionais à proteção do antioxidante, isto é, a amostra controle sofreu maior oxidação, seguida da amostra com menor nível de antioxidante. Provavelmente, paralelamente à redução de pH e da Aw, pelo teor de gordura dos produtos, iniciou-se o desenvolvimento de radicais livres em estágio primário de oxidação. A manutenção de temperatura, em presença de fosfolipídios das estruturas musculares submetidas à fragmentação em presença de ácidos graxos insaturados pode ter levado à continuidade desta etapa de oxidação. O teste de Tukey indicou diferenças significativas (p<0,05) entre os valores iniciais das amostras em estudo, como também diferenças significativas (p<0,05) para os valores de TBARS em função do tempo de estocagem (Anexo 3).

Analisando-se o gráfico da Figura 29, pode-se observar que os valores aumentaram e depois diminuíram em função do tempo. Segundo MELTON (1983), apesar do malonaldeído ser um produto secundário da oxidação de lipídios, não significa que o número de TBARS continue a aumentar durante a estocagem de produtos cárneos. A

diminuição do número de TBARS é atribuída às reações do malonaldeído com proteínas, durante o período de estocagem (MELTON, 1983). ZAPATA et al. (1990), em um estudo de estabilidade de carne de carneiro seca e salgada relatam valores de TBARS com o mesmo comportamento das amostras deste estudo, durante período de estocagem de 60 dias. Resultados semelhantes para valores de TBARS também foram relatados por GHIRETTI et al. (1997), em estudo sobre efeito de diferentes antioxidantes em salame Milano durante 5 meses. Contrariando estes resultados, WANG et al. (1986) observaram valores crescentes de TBARS em função do tempo de estocagem para amostras de embutido curado e fermentado tipo chinês, em dois tipos de embalagem e estocados em duas temperaturas. Produtos embalados a vácuo apresentaram maiores índices de oxidação.

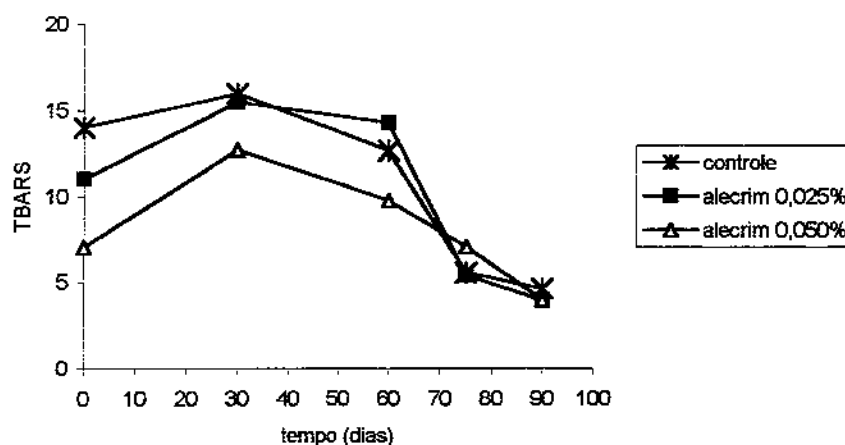


FIGURA 29. Variação do TBARS em função do tempo de estocagem

4.3.2.2. Análises microbiológicas

Previamente à realização das análises sensoriais, os produtos foram analisados em relação à sua qualidade microbiológica. Os resultados da caracterização inicial das amostras foram utilizados como base para o tempo zero. Apenas os parâmetros que indicassem deterioração dos produtos foram analisados, isto é, contagem total, coliformes totais/fecais e bolores e leveduras, nos tempos subsequentes. Os resultados das análises microbiológicas das amostras nos tempos 30, 60, 75 e 90 dias estão apresentados nas Tabelas 26 a 29.

Para todos os tempos, as amostras foram consideradas como aceitáveis para consumo. Porém, no tempo 90 dias, bolores eram visíveis no interior das embalagens dos produtos.

Os valores encontrados para contagem total e bolores e leveduras durante a estocagem podem ser atribuídos às características dos produtos, que possuem valor baixo de pH, presença de aditivos como nitrito e baixa A_w , o que tornam as condições desfavoráveis para o desenvolvimento da maioria dos microrganismos. Segundo BACUS (1984), os sais de cura (cloreto de sódio, nitrato e nitrito de sódio) e os procedimentos no processamento criam uma microflora diferente na carne, que favorece o crescimento de bactérias específicas, facultativas e Gram positivas, enquanto inibem o crescimento dos microrganismos deteriorantes normalmente encontrados na carne fresca, que são aeróbios e Gram negativos. A inversão da flora contribui para a conservação dos produtos. Deve ser considerada ainda a embalagem à vácuo, onde os microrganismos são inibidos, devido à falta de oxigênio disponível. Todos esses fatores contribuíram para a conservação dos produtos do ponto de vista microbiológico à temperatura ambiente e umidade relativa não controlada, durante o período estudado. Deve-se ressaltar que a umidade relativa não controlada vai ao encontro das condições climáticas de caráter úmido na região do Ceará cuja temperatura média durante o ano varia de 26,1 a 27,1°C e de 73 a 85% de umidade relativa (INEMET/FUNCEME, 1995).

TABELA 26. Análise microbiológica de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural, no tempo 30 dias

30 DIAS			
Análise	Controle	Alecrim 0,025%	Alecrim 0,05%
Contagem total (UFC/g)	<10	<10	<10
Coliformes totais (NMP/g)	<3	<3	<3
Coliformes fecais (NMP/g)	<3	<3	<3
Bolores e leveduras (UFC/g)	<10	<10	<10

TABELA 27. Análise microbiológica de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural, no tempo 60 dias

60 DIAS			
Análise	Controle	Alecrim 0,025%	Alecrim 0,05%
Contagem total (UFC/g)	$2,3 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	$3,1 \times 10^3$
Coliformes totais (NMP/g)	<3	<3	<3
Coliformes fecais (NMP/g)	<3	<3	<3
Bolores e leveduras (UFC/g)	$1,5 \times 10^3$	$8,1 \times 10^2$	$1,6 \times 10^3$

TABELA 28. Análise microbiológica de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural, no tempo 75 dias

75 DIAS			
Análise	Controle	Alecrim 0,025%	Alecrim 0,05%
Contagem total (UFC/g)	<10	<10	$1,5 \times 10$
Coliformes totais (NMP/g)	<3	<3	<3
Coliformes fecais (NMP/g)	<3	<3	<3
Bolores e leveduras (UFC/g)	$8,0 \times 10$	$9,2 \times 10^3$	<10

TABELA 29. Análise microbiológica de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural, no tempo 90 dias

90 DIAS			
Análise	Controle	Alecrim 0,025%	Alecrim 0,05%
Contagem total (UFC/g)	<10	$7,5 \times 10$	$1,1 \times 10^2$
Coliformes totais (NMP/g)	<3	<3	<3
Coliformes fecais (NMP/g)	<3	<3	<3
Bolores e leveduras (UFC/g)	$3,8 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$	$2,5 \times 10$

4.3.2.3. Análise Sensorial

As amostras foram avaliadas sensorialmente até o tempo de 75 dias. Apesar de terem apresentado resultados de microbiologia satisfatórios aos 90 dias, as amostras apresentaram mofos brancos visíveis no interior das embalagens, tornando-as inadequadas para avaliação sensorial.

Aceitação sensorial em função do tempo de estocagem

O teste de aceitação global foi realizado com funcionários e estagiários da Embrapa Agroindústria Tropical, num total de trinta provadores, nos tempos zero, 30, 60 e 75 dias.

Quando os resultados de aceitação de todos os provadores foram estatisticamente analisados em função de estocagem, não foram encontradas correlações lineares significativas ($p > 0,05$), como também não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) em função do tempo de estocagem segundo o teste de Tukey, durante o período estudado (Anexo 4). O gráfico das notas médias de aceitação sensorial em função do tempo

de estocagem está apresentado na Figura 30. Segundo LABUZA & SCHMIDL (1988), o final da vida útil é considerado quando há uma queda de 1,5 pontos na escala hedônica, o que não ocorreu neste experimento. Isto indica que a amostra pode ser considerada como aceitável até os 75 dias de estocagem à temperatura ambiente.

Os comentários espontâneos feitos pelos provadores nas fichas de aceitação sensorial foram muito variados, desde comentários, positivos, como negativos, sobre o tempero (pouco tempero, picante, muito ou pouco salgado), sobre aparência do produto, quantidade de gordura, aroma e sabor fortes, estes últimos provavelmente devido à utilização da carne de caprinos. Porém, em relação a características específicas que caracterizariam oxidação no produto, pode-se observar comentários nas fichas das amostras controle e alecrim 0,025% (menor nível de antioxidante), do tipo “gosto de sabão”, “ranço” e “rancidez”. No último tempo estudado (75 dias) houve uma maior incidência de comentários sobre a aparência externa, que desagradou os provadores, para todas as amostras, com comentários como “aparência externa pálida”.

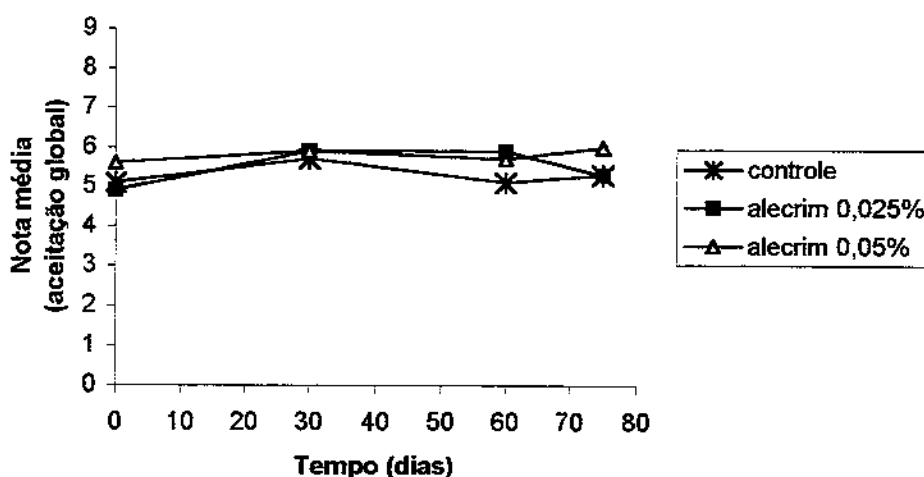
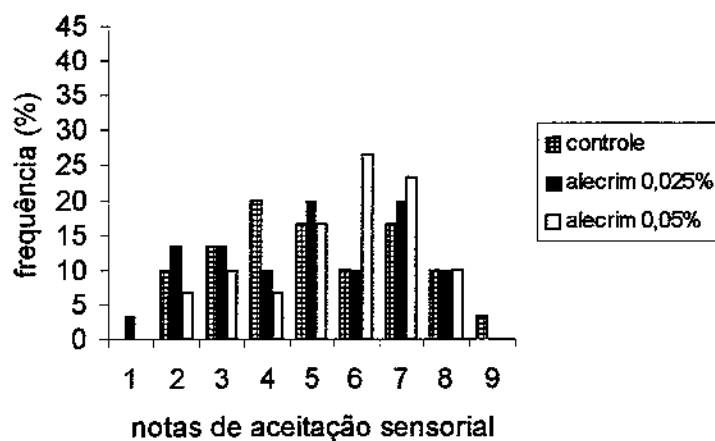


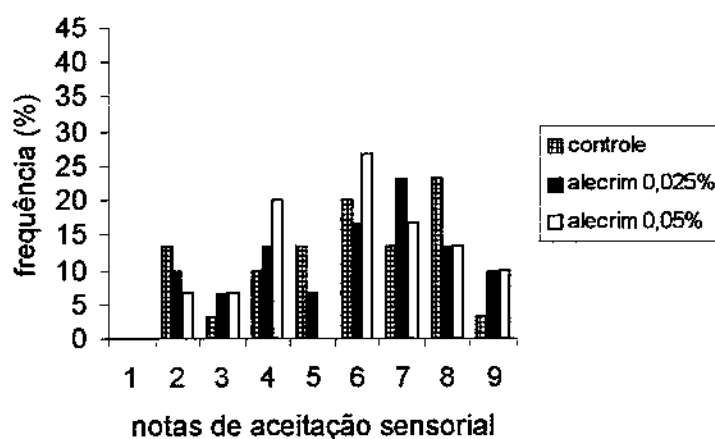
FIGURA 30. Aceitação sensorial em função do tempo de estocagem

Os histogramas de frequência referentes às notas de aceitação global para todos os tempos estudados se encontram-se nas Figuras 31 e 32. De um modo geral, observa-se que no período inicial a distribuição da frequência das notas não segue nenhuma tendência, pois as amostras encontravam-se no período inicial de oxidação, não sendo detectadas

diferenças de aceitação por parte dos provadores. No decorrer do tempo, a distribuição tende a um aumento de frequência das notas sensoriais acima de 6 para os tratamentos com alecrim, indicando maior aceitação em relação ao tratamento controle e confirmando o efeito positivo do uso de antioxidante na aceitação global do produto.

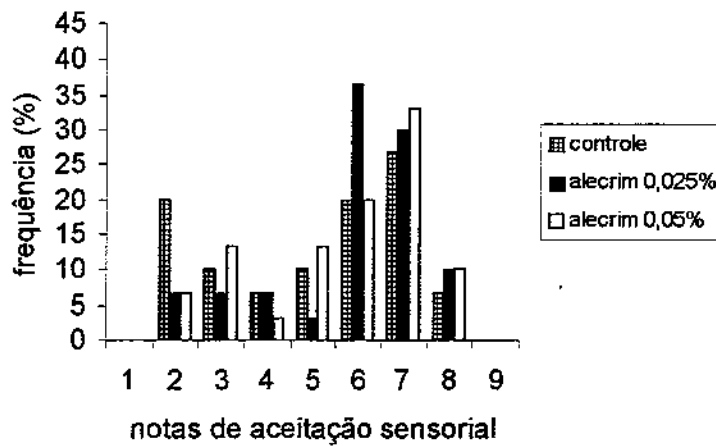


(a)

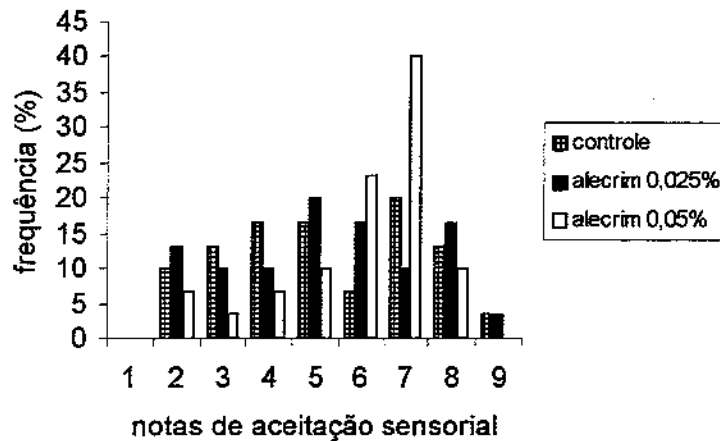


(b)

FIGURA 31. Histograma de frequência das notas de aceitação sensorial para embutidos fermentados de carne de caprinos nos tempos (a) zero; (b) 30 dias.



(a)



(b)

FIGURA 32. Histograma de frequência das notas de aceitação sensorial para embutidos fermentados de carne de caprinos nos tempos (a) 60 dias; (b) 75 dias

A Figura 33 apresenta o somatório das notas 6/7/8/9 das amostras estudadas em cada tempo. Analisando-se a figura, observa-se que o somatório das notas segue uma tendência de maior frequência de notas acima de 6 durante o período de estocagem para a amostra alecrim 0,05%, isto é, a amostra que possui maior nível de antioxidante, o que era

esperado, apesar dos valores médios não apresentarem diferença significativa nem correlação significativa durante o período de estocagem.

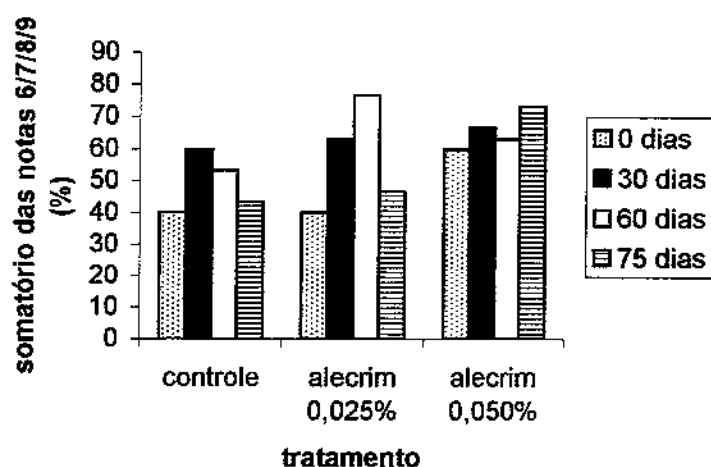


FIGURA 33. Representação gráfica do somatório das notas 6/7/8/9 em função do tempo de estocagem, para embutido fermentado de carne de caprinos com diferentes níveis de antioxidante natural

Perfil sensorial descritivo em relação à estabilidade oxidativa em função do tempo de estocagem

- Seleção e treinamento de provadores

O número de provadores que inicialmente realizaram esta etapa foi de 14. Os dados referentes a esta etapa estão apresentados na Tabela 30. Os provadores que não conseguiram diferenciar entre as amostras para cada um dos atributos ($p_{amostra} \geq 0,50$) estão assinalados com o símbolo (*). Foram mantidos os provadores que diferenciaram as amostras em pelo menos dois atributos assinalados em negrito na Tabela 30.

TABELA 30. Valores de p de $F_{amostra}$ e $F_{repetição}$ da ANOVA de cada provador, por atributo

Provador	ATRIBUTO		
	Cor vermelha	Aroma oxidado	Sabor oxidado
1	0,46 (0,99)	0,85(*) (0,92)	0,77(*) (0,98)
2	0,04 (0,22)	0,26 (0,54)	0,21 (0,49)
3	0,26 (0,31)	0,62(*) (0,14)	0,58(*) (0,54)
4	0,84(*) (0,90)	0,21 (0,49)	0,24 (0,54)
5	0,02 (0,13)	0,81(*) (0,99)	0,95(*) (0,92)
6	0,11 (0,35)	0,10 (0,19)	0,70(*) (0,22)
7	0,37 (0,49)	0,53(*) (0,92)	0,40 (0,89)
8	0,28 (0,74)	0,004 (0,46)	0,01 (0,55)
9	0,48 (0,50)	0,68(*) (0,99)	0,59(*) (0,99)
10	0,004 (0,99)	0,61(*) (0,99)	0,42 (0,31)
11	0,86(*) (0,81)	0,91(*) (0,94)	0,14 (0,21)
12	0,52 (0,49)	0,01 (0,89)	0,01 (0,64)
13	0,86(*) (0,78)	0,74(*) (0,22)	0,89(*) (0,25)
14	0,06 (0,45)	0,95(*) (0,88)	0,92(*) (0,96)

OBS: Linhas superiores: $p_{amostra}$, (*) valor de $p_{amostra}$ não significativo ($p_{amostra} \geq 0,5$)

Linhas inferiores, entre parênteses: $p_{repetição}$, (**), $p_{repetição}$ significativo ($p_{repetição} < 0,05$)

As notas médias dadas para cada um dos atributos por provador e pela equipe estão apresentadas na Tabela 31. Pode-se observar que as amostras não se diferenciaram em relação ao atributo aroma oxidado, significando que este atributo não foi bem identificado nas amostras apresentadas. Porém, este atributo foi mantido para avaliação da estabilidade oxidativa dos produtos. Alguns provadores apresentaram inversão de valores. Aqueles que foram selecionadas que inverteram valores foram retreinados para o atributo específico.

Durante as avaliações no decorrer do tempo, as amostras referência sempre estava disponíveis para os provadores, para que não houvesse dúvidas.

TABELA 31. Média das notas atribuídas pelos provadores e equipe para cada atributo

Amostra	ATRIBUTO					
	Cor vermelha		Aroma oxidado		Sabor oxidado	
	1	2	1	2	1	2
Equipe	5,3a	3,7b	4,0a	4,2a	3,8b	4,6a(*)
provador 1	6,1a	3,4a	3,3a	2,6a	5,5a	3,9a
provador 2	5,4a	2,4b	0,0a	0,9a(*)	0,0a	1,5a(*)
provador 3	5,9a	2,9a	3,2a	2,5a	2,7a	4,6a(*)
provador 4	4,0a	3,3a	8,1a	4,2a	8,4a	7,2a
provador 5	6,4a	2,0b	3,1a	4,2a(*)	5,4a	5,7a(*)
provador 6	4,2a	2,9a	4,7a	3,0a	3,3a	2,9a
provador 7	5,9a	5,0a	3,4a	5,0a(*)	2,4a	4,5a(*)
provador 8	3,7a	1,5a	7,4a	1,6b	7,9a	2,2b
provador 9	5,3a (*)	6,6a	3,7a	5,5a(*)	2,6a	5,1a(*)
provador 10	8,4a	0,6b	3,3a	6,0a(*)	3,2a	6,0a
provador 11	5,3a	4,8a	5,1a	5,3a(*)	0,8a	3,5a(*)
provador 12	4,7a(*)	6,5a	1,2b	7,7a(*)	0,8b	6,7a(*)
provador 13	5,2a(*)	5,5a	4,6a	5,3a(*)	5,4a	5,4a
provador 14	3,3a(*)	4,9a	5,1a	5,3a(*)	4,8a	5,1a

Amostras seguidas das mesmas letras em cada linha e para cada atributo, não diferem ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey

1 – Amostra fresca; 2 – Amostra oxidada.

(*) provador com inversão de valores.

- Avaliação das amostras

Os valores de F_{amostra} , F_{provador} e F da interação entre amostra e provadores obtidos da análise de variância realizados com os dados das avaliações em cada tempo, para todos os tratamentos estão apresentados na Tabela 32. Valores de F_{amostra} significativos indicam que existe diferença significativa entre pelo menos duas das amostras avaliadas. Valores de $F_{\text{amos} \times \text{prov}}$ significativos indicam que existe pelo menos um provador avaliando as amostras de forma não consensual com a equipe. Diferenças significativas entre os provadores indicam que, apesar do treinamento, os provadores utilizaram diferentes porções da escala para expressar a sensação provocada por uma mesma amostra, não chegando a afetar a eficiência da equipe ou a validade dos resultados.

Nos tempos zero, 30 e 60 dias os valores de F_{amostra} não indicaram diferença significativa entre as amostras para todos atributos, em cada tempo. Interações entre amostra e provador também não foram detectadas. No tempo 75 dias, encontrou-se diferença significativa ($p < 0,01$) para o atributo “cor vermelha”, o que quer dizer que existe diferença em pelo menos duas amostras neste tempo. Também foi encontrada interação amostra-provador para o atributo “cor vermelha”, o que significa que havia alguém na equipe avaliando as amostras de forma não consensual com a equipe. A Figura 34 apresenta o gráfico das notas médias dadas por cada provador para o atributo “cor vermelha” no tempo 75 dias. Analisando-se o gráfico da Figura 34, pode-se observar que um dos provadores (provador número 6) estava realmente avaliando as amostras de forma totalmente diferente que o restante. Detectado qual era o provador, os valores atribuídos por este provador foram eliminados e a análise estatística foi realizada novamente, resultando nos valores em negrito na Tabela 32, no tempo 75 dias, para o atributo “cor vermelha”.

TABELA 32. Valores de $F_{amostra}$, $F_{provador}$ e $F_{amos \times prov}$ obtidos pela Análise de Variância dos dados da equipe de provadores nos tempos zero, 30, 60 e 75 dias

		ATRIBUTO		
Tempo (dias)	Valor F	Cor vermelha	Aroma oxidado	Sabor oxidado
zero	$F_{amostra}$	2,41	1,75	1,60
	$F_{provador}$	5,86***	16,38***	9,25***
	$F_{amos \times prov}$	0,46	0,92	0,63
30	$F_{amostra}$	2,12	0,66	0,74
	$F_{provador}$	14,66***	536***	16,91***
	$F_{amos \times prov}$	1,30	1,80	0,65
60	$F_{amostra}$	0,73	1,96	1,59
	$F_{provador}$	5,26***	16,46***	8,69***
	$F_{amos \times prov}$	1,22	0,97	1,02
75	$F_{amostra}$	5,84**	0,56	0,24
		4,83**	1,54	0,32
	$F_{provador}$	32,88***	17,35***	13,88***
		11,51***	54,11***	36,55***
	$F_{amos \times prov}$	2,05*	0,28	0,21
		1,12	0,54	0,57

* diferença significativa $p < 0,05$; ** diferença significativa $p < 0,01$ e *** diferença significativa a $p < 0,001$.

Valores em negrito no tempo 75 dias foram obtidos a partir de recálculo da ANOVA sem um dos provadores.

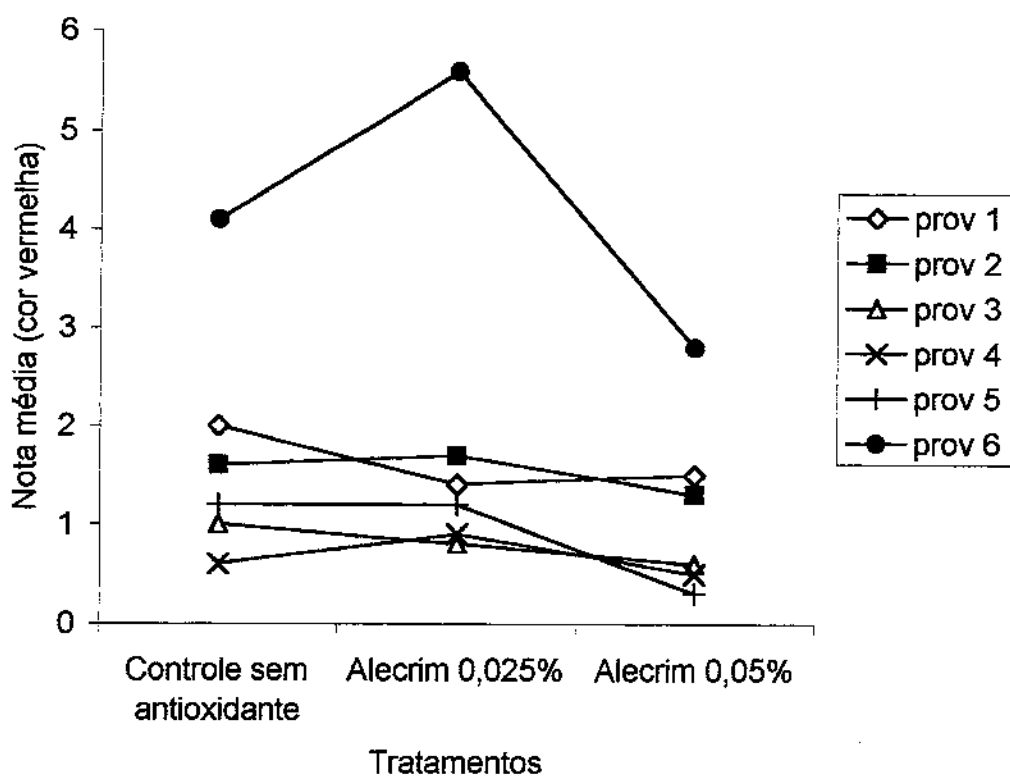


FIGURA 34. Notas médias dadas por cada provador para o atributo cor vermelha no tempo 75 dias

Os valores médios das notas sensoriais para os atributos avaliados para os tratamentos deste experimento em função do estocagem encontram-se nos Anexos 5 a 7. Para o atributo “cor vermelha” (Anexo 5), observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) segundo o teste de Tukey já a partir do tempo 30 dias para todos os tratamentos, indicando alteração da cor dos produtos neste tempo, independente da presença de antioxidantes. Estes resultados para o atributo “cor vermelha” estão em consonância com os resultados apresentados por GHIRETTI et al. (1997) que em estudo sobre efeito de diferentes antioxidantes em salames, relata que em produtos embalados a vácuo, salame com ascorbato de sódio 0,05% foi aceito sensorialmente em relação à cor até 40 dias. Porém, outras formulações contendo outros tipos de antioxidante, tais como sesamol, ácido fítico e catequina foram considerados como inaceitáveis após 10 a 15 dias de estocagem. Para o

catequina foram considerados como inaceitáveis após 10 a 15 dias de estocagem. Para o atributo “aroma oxidado”(Anexo 6), pode-se observar alteração no decorrer do tempo para os dois tratamentos com antioxidante e um comportamento quase constante para o tratamento controle. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) segundo o teste de Tukey para o tratamento com alecrim 0,025% a partir do tempo 60 dias, permanecendo praticamente o mesmo valor aos 75 dias, indicando que o aroma de oxidado foi notado nesta amostra a partir de um certo período, o que não ocorreu com a amostra do tratamento controle. Isto deve ter ocorrido devido ao fato de que a amostra do tratamento controle já apresentava sinais de oxidação, mais acentuadamente que nos outros tratamentos, sendo avaliada com nota mais alta para este atributo em relação às amostras com antioxidante. No decorrer do tempo, por ter sido avaliado já com oxidação acentuada desde o início, diferenças na amostra do tratamento controle não foram notadas pelos provadores, ao contrário das amostras com antioxidante, que não apresentavam tantas características de oxidação. Quando as reações de oxidação começaram a ocorrer nas amostras com antioxidante, os provadores notaram a diferença, principalmente na amostra com menor teor (0,025%). O mesmo fenômeno ocorreu na avaliação do sabor oxidado, onde aos 30 dias, esta amostra apresentou valores significativamente diferentes ($p < 0,05$) em relação ao tempo inicial. Analisando-se os valores iniciais e os gráficos da variação das notas sensoriais relativos ao tratamento controle, pode-se observar que este sempre apresenta valores relativos à oxidação mais acentuados em relação aos tratamentos que contém antioxidante, indicando que o processo de oxidação se inicia durante o processamento dos produtos, sendo que o antioxidante retarda o processo de oxidação durante o processamento.

Quando os resultados da avaliação dos atributos foram estatisticamente analisados em função do tempo de estocagem, correlações significativas ($p < 0,05$) foram obtidos para todos os tratamentos para o atributo cor vermelha. Para os atributos aroma e sabor oxidados, o tratamento controle não apresentou correlação significativa ($p > 0,05$), pois não houve alteração nos valores no decorrer do período estudado, enquanto que os tratamentos contendo antioxidante apresentaram correlações significativas ($p < 0,05$). As equações das retas obtidas por regressão linear das notas médias de avaliação dos atributos cor vermelha, aroma oxidado e sabor oxidado para os tratamentos em que houve alteração durante o período de estocagem estão apresentadas nas Tabelas 33 a 35. As retas obtidas por regressão linear para os diferentes atributos estão apresentadas nas Figuras 35 a 37.

TABELA 33. Retas obtidas por regressão linear das médias das notas sensoriais da equipe para o atributo cor vermelha em função do tempo de estocagem, onde x=tempo em dias e y=nota sensorial média do atributo

COR VERMELHA		
Tratamento	Equação da reta	r²
Controle	$y = 2,41 - 0,016x$	0,846*
Alecrim 0,025%	$y = 3,28 - 0,027x$	0,942**
Alecrim 0,05%	$y = 3,55 - 0,035x$	0,968***

r² = coeficiente de correlação

significativo, p<0,05; ** significativo, p<0,01; ***significativo, p<0,001; n.s. = não significativo, p>0,05

TABELA 34. Retas obtidas por regressão linear das médias das notas sensoriais da equipe para o atributo aroma oxidado em função do tempo de estocagem, onde x=tempo em dias e y=nota sensorial média do atributo

AROMA OXIDADO		
Tratamento	Equação da reta	r²
Controle	$y = 4,42 + 0,015x$	n.s.
Alecrim 0,025%	$y = 3,96 + 0,028x$	0,948**
Alecrim 0,05%	$y = 3,98 + 0,020x$	0,979*

r² = coeficiente de correlação

significativo, p<0,05; ** significativo, p<0,01; ***significativo, p<0,001; n.s. = não significativo, p>0,05

TABELA 35. Retas obtidas por regressão linear das médias das notas sensoriais da equipe para o atributo sabor oxidado em função do tempo de estocagem, onde x=tempo em dias e y=nota sensorial média do atributo

SABOR OXIDADO		
Tratamento	Equação da reta	r^2
Controle	$y = 4,68 + 0,013x$	n.s.
Alecrim 0,025%	$y = 4,06 + 0,028x$	0,785***
Alecrim 0,05%	$y = 4,02 + 0,021x$	0,924*

r^2 = coeficiente de correlação

significativo, $p < 0,05$; ** significativo, $p < 0,01$; ***significativo, $p < 0,001$; n.s. = não significativo, $p > 0,05$

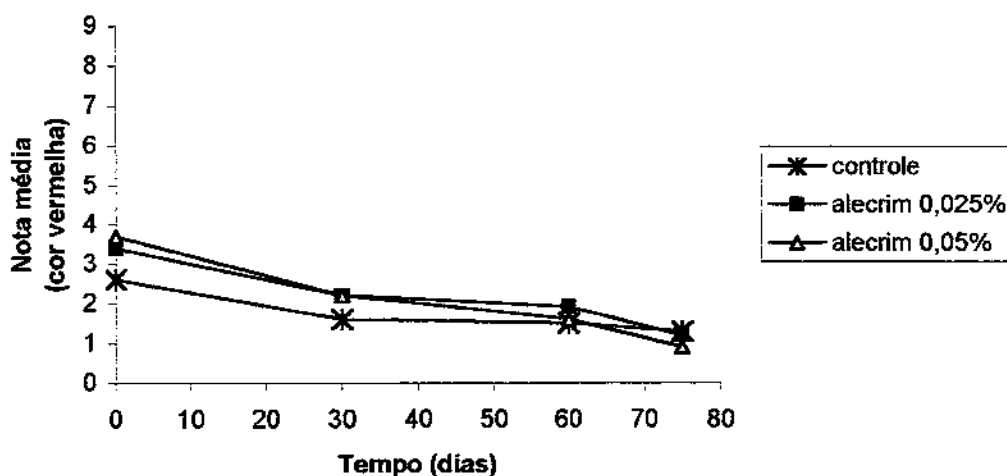


FIGURA 35. Variação das médias das notas sensoriais da equipe para o atributo cor vermelha em função do tempo de estocagem

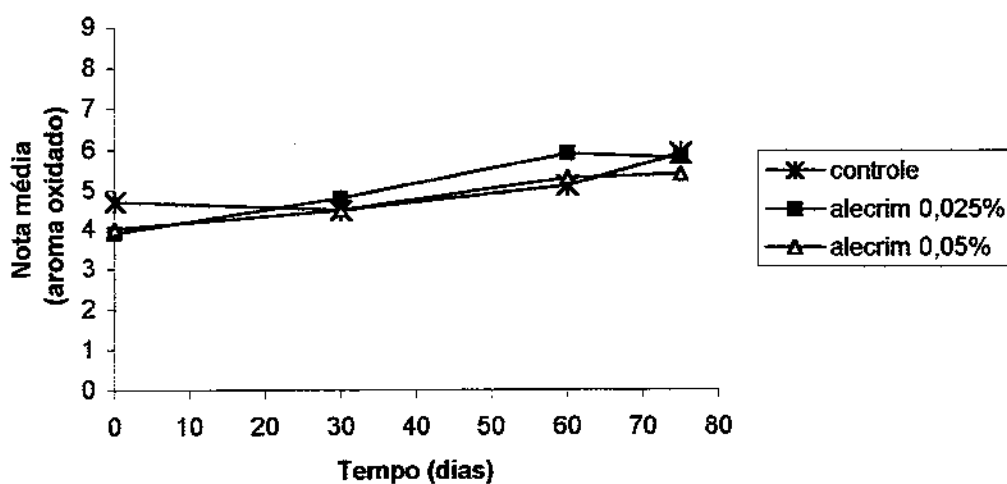


FIGURA 36. Variação das médias das notas sensoriais da equipe para o atributo aroma oxidado em função do tempo de estocagem

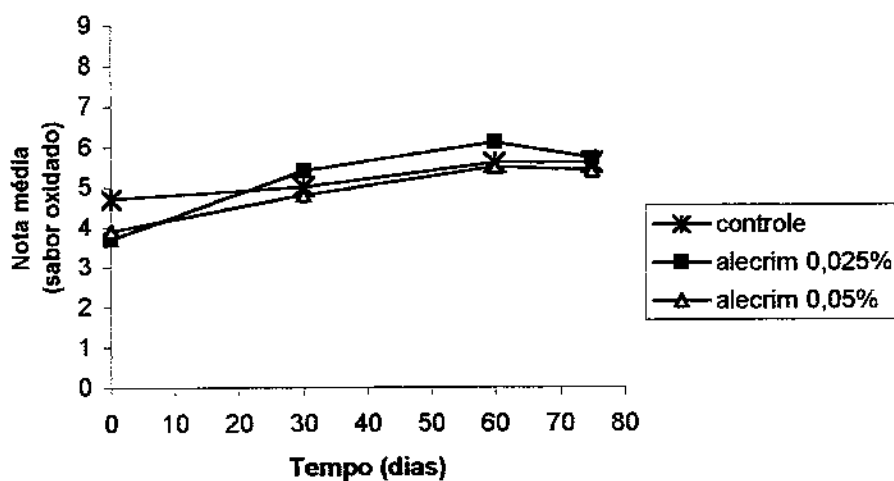
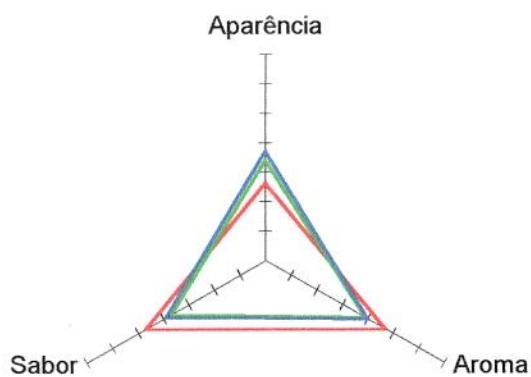


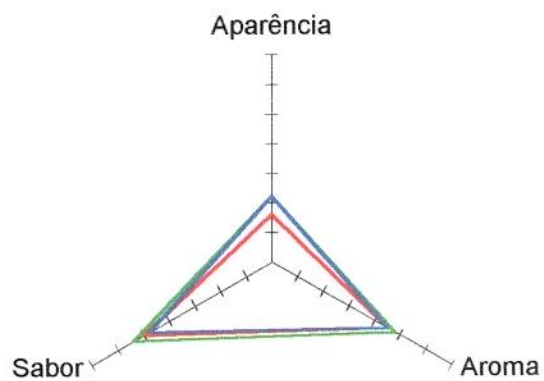
FIGURA 37. Variação das médias das notas sensoriais da equipe para o atributo sabor oxidado em função do tempo de estocagem

Os resultados da análise descritiva na forma do gráfico aranha, para os tempos zero, 30, 60 e 75 dias estão representados na Figura 38. Os centros das figuras representam intensidade zero e a intensidade de cada atributo é maior, quanto maior for sua distância do centro.

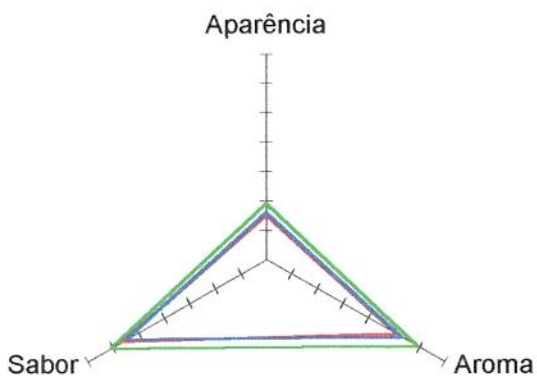
Os resultados representados sugerem que o tratamento controle já inicia com valores de aparência, sabor e aroma oxidados mais acentuados em relação aos tratamentos com antioxidante, isto é, menor valor para cor vermelha e maiores valores para aroma e sabor oxidados no tempo zero (figura 38a). No decorrer do tempo, pode-se observar que aos 30 dias, apesar da aparência continuar com valores mais altos para as amostras contendo antioxidante, os valores para sabor e aroma oxidado já praticamente se sobrepõem aos do tratamento controle (figura 38b). No tempo 60 dias (figura 38c), a amostra com alecrim 0,025% apresenta valores um pouco maiores que o próprio controle, mas este fato se deve ao motivo exposto anteriormente, isto é, por já estar com sinais mais acentuados de oxidação desde o início, os provadores avaliam a amostra controle de modo constante, mantendo as mesmas notas no decorrer do tempo, enquanto que a amostra com antioxidante em menor nível começou a se oxidar no período de estocagem, portanto percebida pelos provadores. Já aos 75 dias (figura 38d), os valores para todos os atributos praticamente se sobrepõem, para todos os tratamentos, indicando que apresentam as mesmas características sensoriais neste período.



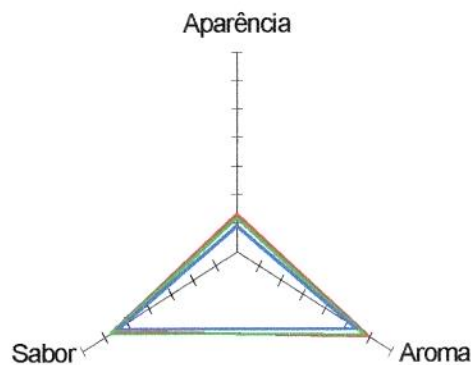
(a)



(b)



(c)



(d)

— controle; — alecrim 0,025%; — alecrim 0,05%

FIGURA 38. Configuração gráfica (“aranha”) dos atributos sensoriais relativos à oxidação de embutidos fermentados com diferentes níveis de antioxidante natural nos tempos (a) zero; (b) 30 dias; (c) 60 dias; (d) 75 dias

CORRELAÇÃO ENTRE ANÁLISE SENSORIAL E NÚMERO DE TBARS

A correlação entre dados de análise sensorial e número de TBARS foram calculados de três maneiras, considerando-se:

- Todos os pares de dados (“pooling information within treatments and storage times”);
- Dados obtidos entre tempos para cada tratamento (“within time”);
- Dados obtidos entre tratamentos para cada tempo (“within treatments”).

Considerando-se todos os pares de dados (tempos de estocagem e tratamentos), não foram encontradas correlações significativas ($p > 0,05$) para todos os atributos sensoriais estudados, ao contrário do que encontraram STOICK et al. (1991) num estudo de estabilidade oxidativa de produtos reestruturados de carne bovina. Os valores de correlação encontrados foram significativos porém baixos, com valores de $r = 0,37$ ($p < 0,10$) para amostras cruas e $r = 0,49$ ($p < 0,05$) para amostras cozidas, para um período de estocagem de 6 meses.

Na Tabela 36 são apresentadas as correlações entre os números de TBARS obtidos e as notas sensoriais de aceitação calculados através de pares de dados entre tempos para cada tratamento. Não foram encontradas correlações ($p > 0,05$) para aceitação global e os atributos cor vermelha e sabor oxidado, quando correlacionados com o número de TBARS. Apenas o atributo aroma oxidado apresentou correlação significativa ($p < 0,01$) com o número de TBARS, indicando que o painel sensorial treinado avaliou as amostras contendo diferentes níveis de antioxidante concordando com o índice de oxidação utilizado apenas através deste atributo, no decorrer do tempo para o tratamento controle.

TABELA 36. Coeficientes de correlação entre o número de TBARS e notas sensoriais obtidas para embutidos fermentados de carne de caprinos com diferentes níveis de antioxidante, para cada tratamento

CORRELAÇÃO TBARS x Sensorial			
Entre tempos para cada tratamento (“within times”)			
Variável	Controle	Alecrim 0,025%	Alecrim 0,05%
Aceitação global	0,2749n.s.	0,6387n.s.	0,2073n.s.
Cor vermelha	0,4892n.s.	0,3743n.s.	-0,0884n.s.
Aroma oxidado	-0,9892*	-0,2067n.s.	-0,0581n.s.
Sabor oxidado	-0,6750n.s.	0,0707n.s.	0,1831n.s.

* significativo, $p < 0,01$; n.s. = não significativo, $p > 0,05$

Calculando-se os coeficientes de correlação entre notas sensoriais e número de TBARS com dados obtidos entre tratamentos para cada tempo (“within treatments”), não foram encontradas correlações significativas ($p > 0,05$).

A baixa correlação entre notas sensoriais e número de TBARS para aceitação global podem ser atribuídos ao fato de que neste teste específico é utilizado painel não treinado, o que seria muito improvável obter correlações lineares entre medidas químicas e sensoriais (LAI et al., 1995). Já para os atributos cor vermelha, sabor e aroma oxidado, a baixa correlação poderia ser atribuída a falta de habilidade do painel treinado em detectar variação entre o tempo e tratamentos devido dois fatores: o desenvolvimento precoce de rancidez das amostras e o sabor/aroma característicos da carne de caprino podem ter interferido na percepção do aroma/sabor de ranço. STOICK et al. (1989) e LAI et al. (1995) também encontraram baixas correlações ao efetuar o cálculo considerando os fatores tempo e tratamento separadamente. LAI et al. (1995) atribuiu as baixas correlações à diferentes graus de sensibilidade dos métodos sensoriais comparados com o TBARS.

Na literatura, são encontrados coeficientes de correlação entre notas sensoriais e valores de TBARS que variam de 0,5 a 0,986. TARLADGIS et al. (1960) encontraram correlação significativa com $r=0,89$ e determinaram que o “threshold” de odores de rancidez são percebidos entre valores de TBA de 0,5 a 1,0 mg MA/kg amostra. GREENE & CUMUZE (1982) também observaram correlações significativas entre notas atribuídas por painéis sensoriais, porém com valores de r baixos, atribuídos à inconsistência dos valores de TBA encontrados. Porém, nem todos os estudos relatam correlações estatisticamente significativas entre estes dois parâmetros. A variabilidade entre os valores relatados em literatura podem ser devido a diferentes métodos usados para calcular o valor de r (entre grupos, dentro de grupos, apenas valores médios) e ao número de fatores envolvidos (STOICK et al., 1991).

4.4. EXPERIMENTO 4: ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DE EMBUTIDOS FERMENTADOS FORMULADOS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE CARNE CAPRINA E SUÍNA

As Figuras 39 e 40 apresentam a evolução do pH e Aw durante o processamento das formulações mistas de embutido fermentado. Todas os tratamentos apresentaram o mesmo comportamento, isto é, apresentaram queda nos valores de pH e Aw no decorrer do tempo, como esperado.

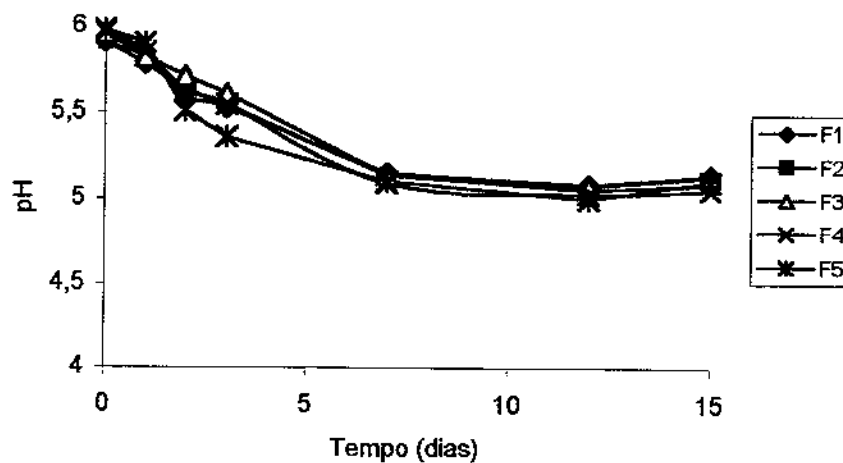


FIGURA 39. Evolução do pH de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos. F1 - 100% suíno; F2 - 25% caprino/75% suíno; F3 - 50 % caprino/50% suíno; F4 - 75% caprino/25% suíno; F5 - 100% caprino

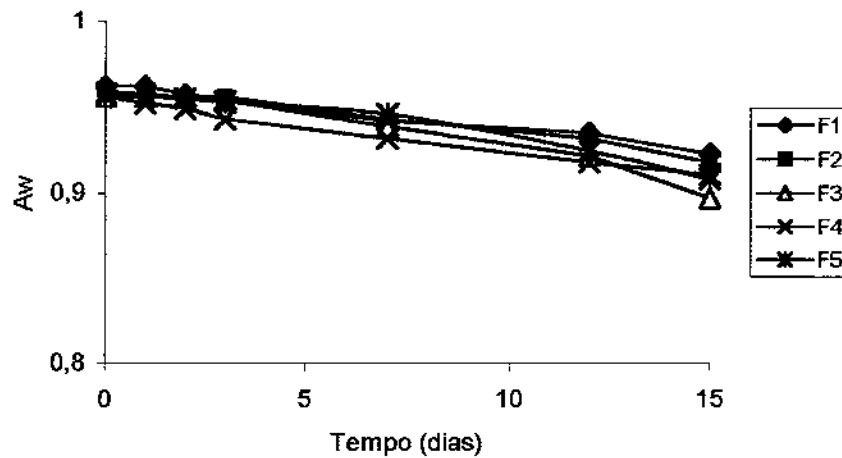


FIGURA 40. Evolução da Aw de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos. F1 - 100% suíno; F2 - 25% caprino/75% suíno; F3 - 50 % caprino/50% suíno; F4 - 75% caprino/25% suíno; F5 - 100% caprino

A incorporação da carne de caprinos, junto da carne de suínos na formulação de embutido fermentado influenciou nos valores finais de Aw e pH (Tabela 37). A diferença entre as matérias-primas em propriedades tais como força tamponante (capacidade de uma substância de resistir à variação de pH) e capacidade de retenção de água deve ter ocasionado esta diferença nos produtos finais. Quanto maior a força tamponante, maior a quantidade de ácido que deve ser produzida pelas bactérias para abaixar o pH do produto, resultando em uma fermentação mais lenta (BACUS, 1984). Se a força tamponante da carne for muito baixa, como acontece em carnes tipo PSE (Pale, Soft, Exsudative), os produtos resultantes da fermentação dos açúcares produzem condições ácidas muito rapidamente, ocorrendo um excesso de acidificação do produto final. Isso influi na

estabilidade da cor no produto e prejudica o desenvolvimento de sabor e aroma. Por outro lado, quando a força tamponante for muito alta, como no caso de carnes DFD (Dry, Firm, Dark), verificam-se problemas na secagem do produto, pois as proteínas retêm mais água, dificultando o processo. Carnes deste tipo também estão relacionadas com maior susceptibilidade à alterações microbiológicas (PRICE & SCHWEIGERT, 1976; BACUS, 1984; DEGENHART, 1988; JUDGE et al., 1989). Um outro fator que pode ter influenciado é o pH inicial das carnes, que influencia no tempo de fermentação e pH do produto final. Carnes com maiores valores de pH necessitam maior produção de ácido para alcançar o mesmo ponto final (BACUS, 1984). Este mesmo autor relata que muitos processadores notam que produtos com formulações mistas de carne suína e bovina fermentam a uma taxa mais rápida que aqueles que contêm apenas carne bovina. Várias hipóteses incluem maiores níveis de contaminação láctica encontradas na carne suína e/ou maiores concentrações de tiamina. Além disso, carne bovina geralmente tem um pH inicial mais alto e maior capacidade tamponante. A flora microbiana também deve ser considerada, principalmente devido às condições de manuseio, o que pode influenciar a fermentação. Neste estudo, não será considerado este efeito, uma vez que culturas iniciadoras são utilizadas exatamente para minimizá-lo, entre outros motivos. Neste experimento, as amostras apresentaram cerca de 30% de perda de peso.

TABELA 37. Valores finais de pH e Aw de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos

TRATAMENTO					
	F1	F2	F3	F4	F5
pH	5,14a	5,13a	5,07b	5,05b	5,10b
Aw	0,923a	0,918a	0,897b	0,911b	0,908b

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma linha, não diferem ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey

F1 - 100% suíno; F2 - 25% caprino/75% suíno; F3 - 50 % caprino/50% suíno; F4 - 75% caprino/25% suíno; F5 - 100% caprino

Os valores de composição química das amostras obtidas neste experimento e de salames comerciais estão apresentados na Tabela 38. Comparando-se as amostras de embutido fermentado de marca comercial e as amostras com carne de suínos/caprinos, observou-se que os valores de umidade foram mais elevados para as amostras processadas do que para a amostra comercial. Este fato provavelmente se deve mais às condições de processamento dos produtos, tais como temperatura de maturação e fermentação, processo de secagem, do que à utilização da substituição da carne bovina pela de caprinos. Em relação aos valores de gordura, a amostra comercial apresentou-se com teor de gordura similar aos produtos processados neste estudo.

TABELA 38. Valores médios de composição química de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos.

	TRATAMENTO					
	F1	F2	F3	F4	F5	amostra comercial ¹
Umidade (%)	49,40±0,22	49,24±0,37	51,99±0,83	47,14±0,14	52,47±1,50	36,13±0,48
Proteína (%)	22,04±0,18	22,47±0,45	20,54±0,40	22,96±0,25	19,80±1,47	26,75±0,70
Gordura (%)	24,60±0,28	22,26±0,73	23,29±0,76	25,28±1,38	21,66±0,90	25,32±0,22

¹ Média de amostras de duas marcas diferentes, salame tipo italiano

F1 - 100% suíno; F2 - 25% caprino/75% suíno; F3 - 50 % caprino/50% suíno; F4 - 75% caprino/25% suíno; F5 - 100% caprino

Na Tabela 39 são apresentadas as características microbiológicas dos produtos obtidos, que se mostraram satisfatórios, atendendo à legislação federal e considerados como

aceitáveis para análise sensorial. Valores de contagem total elevados se devem à presença de bactérias lácticas que foram adicionadas na formulação, enquanto que a contagem de bolores e leveduras apresentou valores altos devido à contaminação dentro da câmara, uma vez que neste experimento, não foi empregado o banho de sorbato de potássio para inibir o crescimento destes microrganismos.

TABELA 39. Características microbiológicas de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos.

	TRATAMENTOS				
	F1	F2	F3	F4	F5
Contagem total (UFC/g)	$6,7 \times 10^6$	$7,4 \times 10^6$	$6,7 \times 10^6$	$1,0 \times 10^6$	$3,2 \times 10^6$
Coliformes totais (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	–
Coliformes fecais (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	<3
Bolores e leveduras (UFC/g)	$9,0 \times 10^5$	$5,8 \times 10^5$	$1,3 \times 10^6$	$2,3 \times 10^5$	$9,9 \times 10^5$
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	<10	<10	<10	<10	<10
<i>Staphylococcus aureus</i> (48h) (UFC/g)	<10	<10	<10	<10	<10
<i>Salmonella</i>	ausência em 25g	ausência em 25g	ausência em 25g	ausência em 25g	ausência em 25g
Clostrídios sulfito redutores (UFC/g)	<10	<10	<10	<10	<10

F1 - 100% suíno; F2 - 25% caprino/75% suíno; F3 - 50 % caprino/50% suíno; F4 - 75% caprino/25% suíno;
F5 - 100% caprino

Em relação à análise sensorial, os valores médios de aceitação global variaram de 3,7 a 5,4, para as amostras formuladas com 100% de carne caprina e 25% carne caprina/75% carne suína, respectivamente (Tabela 40). O baixo valor para o embutido formulado apenas com carne caprina se explica que, apesar das amostras terem sido apresentadas aleatoriamente em ordem monádica, os provadores acabam avaliando as amostras de forma comparativa. Assim, tendo como referência amostras com porcentagens diferentes de carne suína, o embutido fermentado formulado apenas com carne caprina apresentou menor aceitação.

TABELA 40. Valores médios de aceitação global de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos

	TRATAMENTOS				
	F1	F2	F3	F4	F5
Aceitação sensorial	5,1a	5,4a	4,7b	4,2bc	3,7c

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma linha, não diferem ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey

F1 - 100% suíno; F2 - 25% caprino/75% suíno; F3 - 50 % caprino/50% suíno; F4 - 75% caprino/25% suíno; F5 - 100% caprino

Os valores de aceitação global entre o tratamento com 100% de carne suína e aquela com 25% carne caprina/75% carne suína não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$). O somatório das notas 6/7/8/9 da escala hedônica demonstra que a amostra com 25% carne caprina/75% carne suína apresentou a maior porcentagem de notas entre 6 e 9 (Figura 41). Na Figura 42, analisando-se a frequência das notas para cada amostra, pode-se observar que amostras com maior porcentagem de carne caprina receberam maior frequência de notas abaixo de 5, enquanto que aquelas com menor porcentagem de carne caprina apresentam maior frequência de notas cima da nota 6, o que pode ser comprovada ao se observar o comportamento da amostra com 25% carne caprina/75% carne suína.

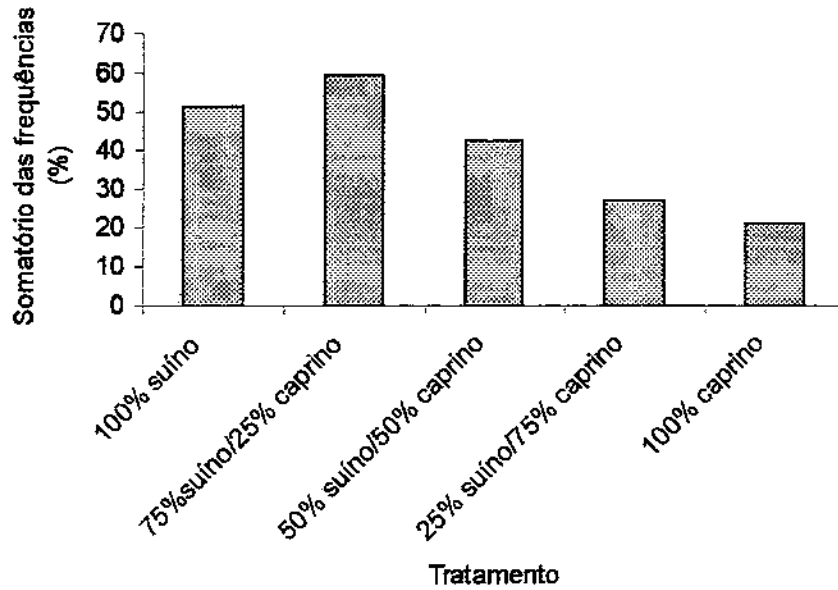


FIGURA 41. Representação gráfica do somatório das frequências de notas 6/7/8/9 da escala hedônica de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos

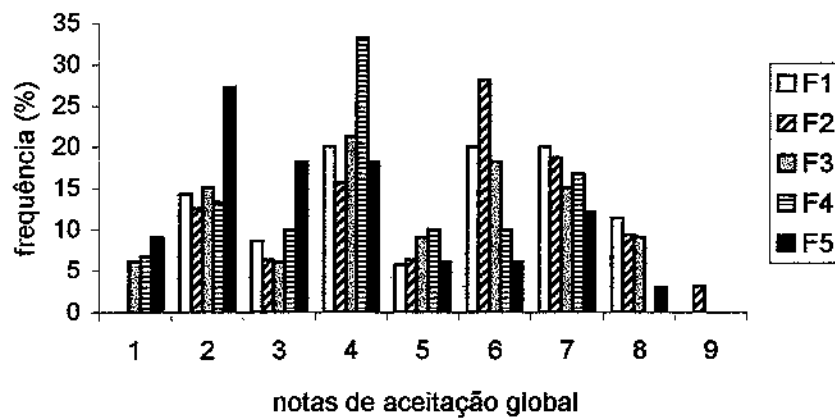


FIGURA 42. Histograma de frequência para notas de aceitação global dos produtos formulados com diferentes proporções de carne de suínos e caprinos. F1 - 100% suíno; F2 - 25% caprino/75% suíno; F3 - 50 % caprino/50% suíno; F4 - 75% caprino/25% suíno; F5 - 100% caprino

Analisando-se os comentários espontâneos feitos pelos provadores nas fichas de aceitação sensorial, foi possível observar que a amostra formulada com 100% de carne suína, apesar de apresentar comentários positivos em relação a aroma e sabor, muitos comentários negativos sobre sua aparência foram feitos, onde alguns provadores especificaram a falta de cor e palidez do produto. Já a amostra formulada com 100% de carne caprina também apresentou comentários negativos em relação à aparência, porém devido à amostra ser muito escura, junto de outros comentários sobre aroma e sabor, considerados como desagradáveis. As amostras intermediárias, com diferentes proporções de carne suína e caprina apresentaram comentários positivos e negativos em relação aos atributos aparência, aroma, sabor e textura não apresentando nenhuma tendência marcante.

Diante destes resultados, pode-se concluir que a adição de 25% de carne caprina em formulação de embutido fermentado, junto da carne suína, é considerada como satisfatória, sem apresentar interferência na aceitação sensorial do produto. Este resultado é compatível com o estudo de KLETTNER et al. (1989), que relataram a adição de até 33% de carne de ovinos velhos, junto de carne suína e bovina, na formulação de produtos cárneos, entre eles embutido fermentado, sem que os provadores detectassem a presença de carne ovina durante a avaliação sensorial. MELO (1998) também relatou em estudo sobre utilização de carne de caprinos na elaboração de embutido cozido, tipo apresuntado, que a formulação com 25% carne de caprino/75% carne de suíno foi a melhor formulação, de acordo com o teste de aceitação sensorial conduzido.

5. CONCLUSÃO

A utilização de diferentes níveis de gordura na elaboração de embutidos fermentados de carne de caprinos não afetou o pH e atividade de água finais dos produtos e a formulação com 20% de gordura apresentou-se como a mais adequada para embutidos fermentados de carne de caprinos.

Todas as três diferentes culturas starters testadas foram consideradas como adequadas para obtenção de produtos seguros do ponto de vista microbiológico. A escolha da cultura depende das características organolépticas e tecnológicas desejadas no produto final.

Durante estocagem à temperatura ambiente de embutido fermentado de carne de caprinos, pH e Aw apresentaram pouca variação no período de 90 dias, enquanto que valores de TBARS iniciais já indicaram oxidação do produto durante o processamento e no decorrer do período de vida-de-prateleira estudado.

O antioxidante natural utilizado (alecrim) não foi efetivo na prevenção da alteração na cor dos produtos de vermelho para marrom, indesejável do ponto de vista sensorial, porém sua utilização minimiza efeitos da oxidação em outras características sensoriais, tais como aroma e sabor.

Embutidos fermentados com até 25% de carne de caprinos foram considerados como satisfatórios, sem interferência na aceitação sensorial do produto.

Tendo em vista os resultados obtidos neste trabalho, sugere-se o processamento de embutido fermentado de carne de caprinos contendo 20% de gordura e 0,05% de alecrim, além dos ingredientes base. Quando a cultura starter do tipo FF-2 (*Lactobacillus farciminis*/*Staphylococcus carnosus*/*Staphylococcus xylosus*) é utilizada, obtém-se um produto com boa estabilidade microbiológica e aceitação sensorial inalterada durante o período de 75 dias.

6. ANEXOS

ANEXO 1. pH de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural em função do tempo de estocagem

pH			
Tempo (dias)	Controle	Alecrim 0,025%	Alecrim 0,05%
zero	4,41d	4,40c	4,45c
30	4,60a	4,55a	4,80a
60	4,55b	4,52a	4,66b
75	4,49c	4,47b	4,77a
90	4,55b	4,54a	4,74a

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ($p>0,05$) pelo teste de Tukey

ANEXO 2. Aw de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural em função do tempo de estocagem

Aw			
Tempo (dias)	Controle	Alecrim 0,025%	Alecrim 0,05%
zero	0,912bc	0,886bc	0,881b
30	0,916b	0,878c	0,881b
60	0,905c	0,897a	0,884ab
75	0,926a	0,881bc	0,862c
90	0,915b	0,894ab	0,893a

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ($p>0,05$) pelo teste de Tukey

ANEXO 3. Número de TBARS de embutidos fermentados de carne de caprinos formulados com diferentes níveis de antioxidante natural em função do tempo de estocagem

TBARS (mg malonaldeído/kg amostra)			
Tempo (dias)	Controle	Alecrim 0,025%	Alecrim 0,05%
zero	14,03b	10,99c	7,04c
30	15,98a	15,49a	12,68a
60	12,64c	14,26b	9,74b
75	5,57d	5,43d	7,09c
90	4,62e	3,96e	4,00d

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ($p>0,05$) pelo teste de Tukey

ANEXO 4. Notas médias de aceitação sensorial de embutidos fermentados de carne de caprinos em função do tempo de estocagem

ACEITAÇÃO GLOBAL			
Tempo (dias)	Controle	Alecrim 0,025%	Alecrim 0,05%
zero	5,1a	4,9a	5,6a
30	5,7a	5,9a	5,9a
60	5,1a	5,9a	5,7a
75	5,3a	5,3a	6,0a
90	nd	nd	nd

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ($p>0,05$) pelo teste de Tukey
nd- não determinado

ANEXO 5. Médias das notas sensoriais da equipe para o atributo cor vermelha em função do tempo de estocagem

COR VERMELHA			
Tempo (dias)	Controle	Alecrim 0,025%	Alecrim 0,05%
zero	2,6a	3,4a	3,7a
30	1,6b	2,2b	2,2b
60	1,5b	1,9b	1,6bc
75	1,3b	1,2b	0,9c
90	nd	nd	nd

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ($p>0,05$) pelo teste de Tukey
nd- não determinado

ANEXO 6. Médias das notas sensoriais da equipe para o atributo aroma oxidado em função do tempo de estocagem

AROMA OXIDADO			
Tempo (dias)	Controle	Alecrim 0,025%	Alecrim 0,05%
zero	4,7a	3,9b	4,0a
30	4,5a	4,8b	4,5a
60	5,1a	5,9a	5,3a
75	5,9a	5,8a	5,4a
90	nd	nd	nd

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ($p>0,05$) pelo teste de Tukey
nd- não determinado

ANEXO 7. Médias das notas sensoriais da equipe para o atributo sabor oxidado em função do tempo de estocagem

SABOR OXIDADO			
Tempo (dias)	Controle	Alecrim 0,025%	Alecrim 0,05%
zero	4,7a	3,7b	3,9a
30	5,0a	5,4a	4,8a
60	5,6a	6,1a	5,5a
75	5,6a	5,7a	5,4a
90	nd	nd	nd

Amostras seguidas das mesmas letras na mesma coluna, não diferem ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey
nd- não determinado

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACTON, J.C.; DICK, R.L. Improved characteristics for dry, fermented turkey sausage. Food Product Development, Chicago, v.9, n.8, p.91-94, Oct., 1975.
2. ACTON, J.C.; WILLIAMS, J.G.; JOHNSON, M.G. Effects of fermentation temperature on changes in meat properties and flavor of summer sausage. Journal of Milk Food Technology, Shelbyville, v. 35, n.5, p.264-268, May, 1972.
3. AGUILERA, J.M.; CHIRIFE, J. Combined methods for the preservation of foods in Latin America and the CYTED-D Project. Journal of Food Engineering, Essex, v.22, n.1-4, p.433-444, 1994.
4. AMERICAN MEAT INSTITUTE (AMI). Good manufacturing practices, fermented dry and semi-dry sausage. Washington DC: American Meat Institute, 1982.
5. AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15 ed. Washington: AOAC, 1990. 1298p.
6. ARGANOSA, F.C.; MANZANO, M.L.; ARGANOSA, V.G. Chemical and organoleptic characteristics of emulsion goat meat sausages containing pork fat or shortening. Philippine Agriculturist, Laguna, v.58, n.9/10, p.356-359, 1975.
7. BACUS, J. Aplicação de extrato de alecrim em produtos cárneos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL BIOTECNOLOGIA DE PRODUTOS CÁRNEOS, 1998, Florianópolis. Palestra. Valinhos: Chr. Hansen, 1998.
8. BACUS, J. Update: meat fermentation 1984. Food Technology, Chicago, v.38, n.6, p.59-69, June, 1984.
9. BACUS, J. Update: meat fermentation 1988. Food Technology, Chicago, v. 42, n.5, p.60, May, 1988.
10. BACUS, J. Utilization of microorganisms in meat processing. Letchworth: Research Studies Press Ltd., John Wiley & Sons, 1986. 170p.

11. BARBUT, S.; JOSEPHSON, D.B.; MAURER, A.J. Antioxidant properties of rosemary oleoresin in turkey sausage. Journal of Food Science, Chicago, v.50, n.5, p.1356-1359, 1363, Sept./Oct., 1985.
12. BERIAIN, M.J.; PEÑA, M.P.; BELLO, J. A study of the chemical components which characterize Spanish Saucisson. Food Chemistry, Essex, v.48, n.1, p.31-37, Sept., 1993.
13. BERRY, B.W.; CROSS, H.R.; SMITH, G.C. Processing, chemical, sensory and physical properties of bacon-chopped and formed products, made from pork, beef, mutton and chevon. Journal of Muscle Foods, Trumbull, v.1, n.1, p.45-57, Jan., 1990.
14. BESERRA, F.J.; NASSU, R.T.; MELO, L.R.R.; RODRIGUES, M.C.P.; SILVA, E.M.C. Manufacturing of a restructured ham-like product with goat meat. In: IFT ANNUAL MEETING, Chicago, 1999. Book of Abstracts. Chicago: IFT, 1999. p.89.
15. BIFANI, C.V. & MAZA, B.C. da. Goat meat utilization. II. Preparation of pate. Alimentos – v. 12, n.3, p.17-22, 1987.
16. BLOUKAS, J.G.; PANERAS, E.D.; FOURNITZIS, G.C. Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. Meat Science, Essex, v.45, n.2, p. 133-144, Feb., 1997.
17. BÖHME, H.M.; MELLETT, F.D.; DICKS, L.M.T.; BASSON, D.S. Production of salami from ostrich meat with strains of *Lactobacillus sake*, *Lactobacillus curvatus* and *Micrococcus* sp. Meat Science, Essex, v.44, n.3, p.173-180, Nov., 1996.
18. BREUKINK, H.R. & CASEY, N.H. Assessing the acceptability of processed goat meat. South African Journal of Animal Science, Pretoria, v.19, n.2, p.76-80, 1989.

19. BROOKMAN, P. Antioxidants and consumer acceptance. Food Technology in New Zealand, Auckland, v.26, n.10, p.24-28, Oct., 1991.
20. BUSANI, S.F.B. Culturas “starters” em carne. In: SILVA, R.Z.M. ed. Aplicação da biotecnologia em produtos cárneos. Campinas: ITAL, 1990. p. 85-102.
21. BUTLER, A. J.; LARICK, D.K. Effect of antioxidants on the sensory characteristics and storage stability of aseptically processed low-fat beef gels. Meat Science, Essex, v.35, n.3, p.355-369, 1993.
22. CARNEIRO. A. Comportamento de *Listeria monocytogenes* em salame italiano inoculado com diferentes culturas cárneas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL BIOTECNOLOGIA DE PRODUTOS CÁRNEOS, 1998, Florianópolis. Palestra. Valinhos: Chr. Hansen, 1998.
23. CAVALCANTI, G. & SILVA, R.C. Aspectos da caprino-ovinocultura do Nordeste. Recife: SUDENE, 1988. p.11-23.
24. CHASCO, J.; BERIAIN, M.J.; BELLO, J. A study of changes in the fat content of some varieties of dry sausage during the curing process. Meat Science, Essex, v.34, n.2, p.191-204, 1993b.
25. CHASCO, J.; BERIAIN, M.J.; BELLO, J. Volatile aldehydes and lipid oxidative indices in *Chorizo de Pamplona*. Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Valencia, v.33, n.3, p.319-332, jun. ,1993a.
26. CHRISTIAN HANSEN. Catálogos de produtos, 1998.
27. COVENTRY, J. & HICKEY, M.W. Growth characteristics of meat starter cultures. Meat Science, Essex, v.30, n.1, p.41-48, 1991.
28. CROSS, H.R.; BERRY, B.W.; WELLS, L.H. Effects of fat level and source on the chemical, sensory and cooking properties of ground beef patties. Journal of Food Science, Chicago, v.45, n.4, p.791-793, July/Aug., 1980.
29. DEGENHART, J. Tecnologia de produtos curados. In: 7º Curso de Tecnologia da Carne. Campinas: ITAL, 1988. p. 51-71.

30. DELLAGLIO, S.; CASIRAGHI, E.; POMPEI, C. Chemical, physical and sensory attributes for the characterization of an Italian dry-cured sausage. Meat Science, Essex, v.42, n.1, p.25-35, 1996.
31. DOMINGUEZ FERNÁNDEZ, M.C.; ZUMALACÁRREGUI RODRIGUEZ, J.M. Lipolytic and oxidative changes in “Chorizo” during ripening. Meat Science, Essex, v.29, n.2, p. 99-107, 1991.
32. DUXBURY, D.D. Extract of rosemary provides natural solution to dehydrated products. Food Processing, Chicago, v.53, n.5, p.102,104, May, 1992.
33. DZUDIE, T. & TANDEM, C. A comparative study of goat, beef and rabbit sausages. Journal of Food Science and Technology – India, Mysore, v.31, n.4, p.333-334, July/Aug., 1994.
34. EBURNE, R.C.; PRENTICE, G. Modified-atmosphere-packed ready-to-cook and ready-to eat meat products. In: MAN, C.M.D.; JONES, A. A. ed. Shelf life evaluation of foods. Suffolk: Chapman & Hall, 1996. p. 156-178.
35. FAO. Yearbook 1994. Rome: FAO, 1995. v. 48.
36. FERNÁNDEZ-SALGUERO, J. Conservación de productos cárneos por aplicación de factores combinados: produtos españoles de humedade intermedia y alta. Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Valencia, v.35, n.3, p.233-246, jun.,1995.
37. GARCIA, A. M. Produção e avaliação de um embutido fermentado contendo carne de aves mecanicamente separada. Viçosa, 1995. 65p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa.

38. GHIRETTI, G.P.; ZANARDI, E.; NOVELLI, E.; CAMPANINI, G.; DAZZI, G.; MADARENA, G.; CHIZZOLINI, R. Comparative evaluation of some antioxidants in salame Milano and Mortadella production. Meat Science, Essex, v.47, n.1/2, p. 167-176, Sept./Oct., 1997.
39. GRAY, J.J.; GOMAA, E.A.; BUCKLEY, D.J. Oxidative quality and shelf life of meats. Meat Science, Essex, v.43, p.S111-S123, 1996. Supplementary Issue.
40. GRAY, J.J.; MONAHAN, F.J. Measurement of lipid oxidation in meat and meat products. Trends in Food Science and Technology, Cambridge, v.3, n.12, p.315-319, Dec., 1992.
41. GRAY, J.J.; PEARSON, A.M. Rancidity and warmed-over-flavor. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. ed. Advances in meat research. v.3. Restructured meat and poultry products. New York: AVI, 1987. p. 221-169.
42. GREENE, B.E.; CUMUZE, T.H. Relationship between TBA numbers and inexperienced panelists' assessments of oxidized flavor in cooked beef. Journal of Food Science, Chicago, v. 47, n.1, p.52-54,58, Jan./Feb., 1982.
43. HARRIS, L.J.; DAESCHEL, M.A.; STILES, M.E.; KLAENHAMMER, T.R. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria against *Listeria monocytogenes*. Journal of Food Protection, Ames, v.52, n.6, p.384-387, June, 1989.
44. HELGESEN, H.; NAES, T. Selection of dry fermented lamb sausages for consumer testing. Food Quality and Preference, Oxford, v.6, n.2, p.109-120, 1995.
45. HO, C.P.; HUFFMAN, D.L.; BRADFORD, D.D. EGBERT, W.R.; MIKEL, W.B.; JONES, W.R. Storage stability of vacuum packaged frozen pork sausage containing soy protein concentrate, carrageenan or antioxidants. Journal of Food Science, Chicago, v.60, n.2, p.257-261, Mar./Apr., 1995.

46. HOCKING, A. D.; CHRISTIAN, J.H.B. Microbial ecology interactions in the processing of foods. In: BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; WELTI-CHANES, J. ed. Food preservation by moisture control.: Fundamentals and applications. Lancaster: Technomic, 1995. p.553-574.
47. HOFFMANN, F.L.; GARCIA-CRUZ, C.H.; VINTURIM, T.M. Estudo higiênico sanitário preliminar de amostras de salame. Higiene Alimentar, São Paulo, v.11, n.47, p.42-44, jan./fev., 1997a.
48. HOFFMANN, F.L.; GARCIA-CRUZ, C.H.; VINTURIM, T.M.; CARMELLO, M.T. Qualidade microbiológica de amostras de salame. Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba, v.15, n.1, p.57-64, jan./jun., 1997b.
49. HUST, R.E. Sausage and processed meats manufacturing. Ames: American Meat Institute, 1977. 153p.
50. HWANG, J.W.; ANGLES, S.; KINSMAN, D.M.; HALL, K.N. Preparation of fermented sausages from underutilized fish and meat sources. Journal of Food Processing and Preservation, Trumbull, v.13, n.3, p.187-200, 1989.
51. IBGE. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1997. v. 57.p.3-65,3-79.
52. ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). Micro-organisms in foods 1 – Their significance and methods of enumeration. 2 ed. Toronto: University of Toronto Press, 1988. 436p.
53. INEMET/FUNCEME. Banco de dados da Fundação Cearense de Meteorologia. Série histórica de dados, 1995.
54. JOHANSSON, G.; BERDAGUÉ, J-L.; LARSSON, M.; TRAN, N.; BORCH, E. Lipolysis, proteolysis and formation of volatile compounds during ripening of a fermented sausage with *Pediococcus pentosaceus* and *Staphylococcus xylosus* as starter cultures. Meat Science, Essex, v.38, n.2, p.203-218, 1994.

55. JUDGE, M.D.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; HEDRICK, H.B.; MERDEL, R.A. Principles of meat science. Dubuque: Kendall/Hunt Publishnig Company, 1989. 351p.
56. KLETTNER, P.G.; PÖLLEIN, H.; OTT, G. Processing of old sheep in the meat industry. Fleischwirtschaft, Frankfurt, v.69, n.12, p.1810-1812, 1835, 1989.
57. KOWALE, B.N.; RAO, V.K.; BABU, N.P.; SHARMA, N.; BISHT, G. Lipid oxidation and cholesterol oxidation in mutton during cooking and storage. Meat Science, Essex, v.43, n. 2, p. 195-202, June, 1996.
58. KRUPA, J.; ZIN, M.; DOMINIK, M. Utilization of goat meat in meat products. Gospodarka-Miesna, Warsaw, v. 44, n.4, p.18, 23-25, 1992.
59. LABUZA, T.P. Shelf life dating of foods. Westport: Food and Nutrition Press, 1982. 500p.
60. LABUZA, T.P.; SCHIMDL, M.K. Use of sensory data in the shelf life testing of foods: principles and graphical methods for evaluation. Cereals Foods World, St. Paul, v.33, n.2, p.193-206, Feb., 1988.
61. LAI, S.-M.; GRAY, J.I.; BOOREN, A.M.; CRACKEL, R.L.; GILL, J.L. Assessment of off-flavor development in restructured chicken nuggets using hexanal and TBARS measurements and sensory evaluation. Journal of the Science of Food and Agriculture, Sussex, v.67, n.4, p.447-452, Apr., 1995.
62. LEISTNER, L. Food design by Hurdle Technology and HACCP. Culmbach: Adalbert Raps Foundation, 1994. 62p.
63. LEISTNER, L. Microbiologia durante a fermentação e maturação de produtos crus. In: SILVA, R.Z.M. ed. Aplicação da biotecnologia em produtos cárneos. Campinas: ITAL, 1990. p. 127-150.

64. LEISTNER, L. Use of hurdle technology in food processing: recent advances. In: BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. & WELTI-CHANES, J. Ed. Food preservation by moisture control: Fundamentals and Applications. Lancaster: Technomic, 1995. p.377-396.
65. LEISTNER, L.; RODEL, W. The significance of water activity for microorganisms in meats. In: DUCKWORTH, R.B., ed. Water relations of foods. London: Academic Press, 1975. p. 309-323.
66. LIU, H.F.; BOOREN, A. M.; GRAY, J.J.; CRACKEL, R.L. Antioxidant efficacy of oleoresin rosemary and sodium tripoliphosphate in restructured pork steaks. Journal of Food Science, Chicago, v.57, n.4, p.803-806, July/Aug., 1992.
67. LÖLIGER, J. Natural antioxidants. In: ALLEN, J.C.; HAMILTON, R.J. ed. Rancidity in foods. London: Applied Science Publishers, 1983. Cap. 6: p.89-107.
68. LÜCKE, F. Fermented meat products. Food Research International, Oxford, v.27, n.3, p. 299-307, May/Jun., 1994.
69. MACHADO, J.C.A.M. Caprinocultura leiteira. Perspectivas. In: I WORKSHOP SOBRE OVINOCAPRINOCULTURA TROPICAL, 1998, Fortaleza. Palestra. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1998.
70. MADRUGA, M.S.; COSTA, R.G.; BESERRA, F.J. Carne caprina: uma alternativa para o Nordeste. In: I SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL DO NORDESTE, Recife, 1999. Anais. Recife: CBNA, 1999.p.41-58.
71. MARSHALL, W.H.; SMITH, G.C.; DUTSON, T.R.; CARPENTER, Z.L. Mechanically deboned goat, mutton and pork in frankfurters. Journal of Food Science, Chicago, v.42, n.1, p.193-196, Jan./Feb., 1977.
72. MEDEIROS, J.X. Agronegócio e o trabalho cooperativo. In: I WORKSHOP SOBRE OVINOCAPRINOCULTURA TROPICAL, 1998, Fortaleza. Palestra. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1998.

73. MELO, L.R.R. Utilização de carne de caprinos de descarte na fabricação de um embutido cozido, tipo apresuntado. Fortaleza, 1998. 58p. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará.
74. MELTON, S.L. Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. Food Technology, Chicago, v.37, n.7, p. 105-111, 116, July, 1983.
75. MERLO, A. Otimização de aditivos em produtos cárneos. Legislação Mercosul. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL BIOTECNOLOGIA DE PRODUTOS CÁRNEOS, 1998, Florianópolis. Palestra. Valinhos: Chr. Hansen, 1998.
76. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Regulamento técnico – Princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. Portaria nº 451, de 19 de setembro de 1997. Brasil.
77. MITTAL, G.S. & BARBUT, S. Effects of fat reduction on frankfurters' physical and sensory characteristics. Food Research International, Oxford, v.27, n.5, p.425-431, Sep./Oct.,1994.
78. MUSONGE, P. & NJOLAI, E.N. Drying and infusion during the traditional processing of kilishi. Journal of Food Engineering, Essex, v.23, n.2, p.159-168, 1994.
79. NOVELLI, E.; ZANARDI, E.; GHIRETTI, G.P.; CAMPANINI, G.; DAZZI, G.; MADARENA, G.; CHIZZOLINI, R. Lipid and cholesterol oxidation in frozen stored pork, Salame Milano and Mortadella. Meat Science, Essex, v.48, n.1/2, p.29-40, Jan./Feb., 1998.
80. OKONKWO, T.M. Consumers' preferences for banda, a Nigerian hot-smoked meat product. Journal of Food and Agriculture , v.1, n.1, p.51-55, 1987.
81. OLIVEIRA, A.A.P. & LIMA, V.P.M. Aspectos econômicos da caprino-ovinocultura tropical brasileira. In: I SEMANA DA CAPRINOCULTURA E DA OVINOCULTURA TROPICAL BRASILEIRA, Sobral, 1994. Anais. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 7-45

82. PADDA, G.S.; KESHRI, R.C.; SHARMA, B.D.; SHARMA, N. Effect of different fat levels on the organoleptic acceptability of chevon (goat meat) patties. Cheiron-, Madras, v.14, n.4, p.183-187, 1985.
83. PADDA, G.S.; KESHRI, R.C.; SHARMA, N.; SHARMA, B.D.; MURTHY, T.R.K. Physico-chemical and organoleptic properties of patties from hot, chilled and frozen goat meat. Meat Science, Essex, v.22, n.4, p.245-253, 1988.
84. PAL, U.K.; AGNIHOTRI, M.K. Storage stability of chevon pickle at room temperature. Journal of Applied Animal Research, v.5, n.2, p.89-93, 1994.
85. PEARSON, A.M. & TAUBER, F.W. Processed meats. 2 ed. Westport: AVI Publishing Company, Inc., 1984. 427 p.
86. PIZZOCARO, F.; SENESI, E.; BABBINI, G. Effetto protettivo di salvia e rosmarino freschi su hamburger surgelati di carne bovina. Industrie Alimentari, Pinerolo, v. 33, n.324, p.289-294, mar., 1994.
87. POKORNÝ, J. Natural antioxidants for food use. Trends in Food Science and Technology, Cambridge, v.2, n.9, p.223-227, Sept., 1991.
88. PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S. Ciencia de la carne y de los productos carnicos. Zaragoza: Editorial Acribia, 1976. 668p.
89. RAHARJO, S.; SOFOS, J.N. Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues: a review. Meat Science, Essex, v.35, n.2, p.145-169, 1993.
90. RAMÍREZ, J.; GUERRERO, I.; PONCE, E.; PRADO, A. Changes in flavor attributes during ripening of fermented sausages. Journal of Muscle Foods, Trumbull, v.6, n.3, p.257-269, Oct., 1995.
91. RESSURRECCION, A.V.A.; REYNOLDS JR., A.E. Evaluation of natural antioxidants in frankfurters containing chicken and pork. Journal of Food Science, Chicago, v.55, n.3, p.629-631,654, May/June, 1990.

92. RHEE, K.S. Chemistry of meat flavor. In: MIN, D.B.; SMOUSE, T.H. ed. Flavor chemistry of lipid foods. Champaign: AOCS, 1989. 462p.
93. SAS. Sas Institute Inc., Cary, NC, 1996.
94. SELVARAJ, R.; RAMASWAMI, A.M.; ARUMUNGAM, M.P.; RAMAMURTHI, R. Influence of storage period on certain organoleptic qualities of curried and canned mutton and chevon. Cheiron-, Madras, v.18, n.4, p.165-169, 1989.
95. SHARMA, N.; KESHRI, R.C.; SHARMA, B.D.; PADDA, G.S.; KONDAIAH, N. Processing and palatability properties of goat meat tikka. Indian Journal of Animal Sciences, New Delhi, v.59, n.2, p.292-296, 1989.
96. SHARMA, N.; SHARMA, B.D.; KESHRI, R.C.; PADDA, G.S. Effect of particle size on processing of goat meat patties. Journal of Food Science and Technology - India , Mysore, v.25, n.4, p.249-250, July/Aug., 1988.
97. SILVA, R.Z.M. Produtos fermentados acrescidos de proteína não cárnea e carne de frango mecanicamente separada. In: SILVA, R.Z.M. ed. Aplicação da biotecnologia em produtos cárneos. Campinas: ITAL, 1990. p. 151-178.
98. SILVEIRA, E.T.F. & ANDRADE, J. Aspectos tecnológicos de processamento e qualidade de embutidos fermentados. Disciplina TP- 161, Campinas: FEA – UNICAMP, 1991. Seminário.
99. SINGH, R.P. Scientific principles of shelf life evaluation. In: MAN, C.M.D.; JONES, A. A. ed. Shelf life evaluation of foods. Suffolk: Chapman & Hall, 1996. p. 3-26.
100. ST. ANGELO, A. J.; CRIPPEN, K.L.; DUPUY, H.P.; JAMES JR., C. Chemical and sensory studies of antioxidant-treated beef. Journal of Food Science, Chicago, v.55, n.6, p.1501-1539, Nov./Dec., 1990.
101. STAHNKE, L.H. Dried sausages fermented with *Staphylococcus xylosus* at different temperatures and with different ingredients levels – Part I. Chemical and bacteriological data. Meat Science, Essex, v. 41, n.2, p. 179-191, 1995a.

102. STAHNKE, L.H. Dried sausages fermented with *Staphylococcus xylosum* at different temperatures and with different ingredients levels – Part II. Volatile components. Meat Science, Essex, v. 41, n.2, p. 193-209, 1995b.
103. STAHNKE, L.H. Dried sausages fermented with *Staphylococcus xylosum* at different temperatures and with different ingredients levels – Part III. Sensory evaluation. Meat Science, Essex, v. 41, n.2, p. 211-223, 1995c.
104. STOICK, S.M.; GRAY, J.L.; BOOREN, AM.; BUCKLEY, D.J. Oxidative stability of restructured beef steaks processed with oleoresin rosemary, tertiary butylhydroquinone, and sodium tripoliphosphate. Journal of Food Science, Chicago, v.56, n.3, p. 597-600, May/June, 1991.
105. TARLADGIS, B.G.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T.; DUGAN, L. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. Journal of American Oil Chemists' Society, Champaign, v.37, n.1, p.44-48, Jan., 1960.
106. TERRA, N. Princípios de fermentação de produtos cárneos (Culturas “starter”). In: 7º Curso de tecnologia da carne. Campinas: ITAL, 1988. p. 99-109.
107. TERRA, N.N. & BRAUN, M.A.R. Carne e seus derivados - Técnicas de controle de qualidade. São Paulo: Ed. Nobel, 1985. 121 p.
108. TERRA, N.N. Apontamentos de tecnologia de carnes. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998. 216p.
109. TERREL, R.N. Practical manufacturing technology for dry and semi-dry sausage. In: ANNUAL RMC OF THE AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION, 1977, Auburn. Proceedings.
110. TONI, C.H. de; TONI, C. de; SANT'ANNA, E.S.; OGLIARI, P.J. Uso de bactérias lácticas e seus efeitos na variação de pH e nitrito durante a maturação de salame. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.28, n.1, p.1-9, jan./jun., 1994.

111. USDA. Is there poison in your pepperoni? Meat Processing, Hinsdale, v.17, n.2, p.22-26, 98-103, Feb. 1978.
112. WADA, S.; FANG, X. The synergistic antioxidant effect of rosemary extract and α -tocopherol in sardine oil model system and frozen-crushed fish meat. Journal of Food Processing and Preservation, Trumbull, v.16, n.4, p.263-274, 1992.
113. WANG, F.-S.; JIANG, Y.-N.; LIN, S.-W. Lipid and cholesterol oxidation in chinese-style sausage using vacuum and modified atmosphere packaging. Meat Science, Essex, v.40, n.1, p.93-101, 1995.
114. WELTI, J.; TAPIA DE DAZA, M.S.; AGUILERA, J.M.; CHIRIFE, J.; PARADA, E.; LÓPEZ MALO, A.; LÓPEZ, L.C.; CORTE, P. Classification of intermediate moisture foods consumed in Ibero America. Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Valencia, v.34, n.1, p.53-63, feb., 1994.
115. WIRTH, F. Reducing the fat and sodium content of meat products. What possibilities are there? Fleischwirtschaft, Frankfurt, v.71, n.3, p.294-297, Mar.,1991.
116. WITTE, V.C.; KRAUSE, G.F.; BAILEY, M.E. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric-acid values of pork and beef during storage. Journal of Food Science, Chicago, v.35, n.5, p.582-585, Sept./Oct., 1970.
117. WONG, J.W.; HASHIMOTO, K.; SHIBAMOTO, T. Antioxidant activities of rosemary and sage extracts and vitamin E in a model meat system. Journal of Agriculture and Food Chemistry. Washington, v.43, n.10, p.2707-2712, Oct., 1995.
118. YAMADA, E.A.; BERAQUET, N.J. Embutido fermentado cozido. Coletânea do ITAL, Campinas, v.23, n.1, p.19-27, jan./jun., 1993.
119. YOUYIN, H.; FUQUAN, Y.; PEN, G. Studies on dried meat products of Tibetan goats and its technology. In: VI INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 1996, Beijing. Anais. Beijing: International Academic Publishers, 1996. p. 368-372.

120. ZALACAIN, I.; ZAPELENA, M.J.; ASTIASARÁN, I.; BELLO, J. Addition of lipase from *Candida cylindracea* to a traditional formulation of a dry fermented sausage. Meat Science, Essex, v. 42, n.2, p.155-163, 1996.
121. ZALACAIN, I.; ZAPELENA, M.J.; ASTIASARÁN, I.; BELLO, J. Dry fermented sausages elaborated with lipase from *Candida cylindracea*. Comparison with traditional formulations. Meat Science , Essex, v. 40, n.1, p. 55-61, 1995.
122. ZAPATA, J.F.F. Tecnologia e comercialização da carne ovina In: I SEMANA DA CAPRINOCULTURA E DA OVINOCULTURA TROPICAL BRASILEIRA, Sobral, 1994. Anais. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 115-128.
123. ZAPATA, J.F.F.; LEDWARD, D. A.; LAWRIE, R. A. Preparation and storage stability of dried salted mutton. Meat Science, Essex, v.27, n.2, p.109-118, 1990.
124. ZIPSER, M.W.; WATTS, B.M. A modified 2-TBA method for the determination of malonaldehyde in cured meats. Food Technology, Chicago, v.16, n.7, p.102-104, July, 1962.