



ARMANDO ABEL MASSINGUE

**USO DE CARNE MECANICAMENTE
SEPARADA DE AVES NA ELABORAÇÃO DE
MORTADELAS À BASE DE CARNE DE
CORDEIROS E DE OVELHAS**

LAVRAS - MG

2012

ARMANDO ABEL MASSINGUE

**USO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA
DE AVES NA ELABORAÇÃO DE MORTADELAS À BASE DE CARNE
DE CORDEIROS E DE OVELHAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

DSc. Eduardo Mendes Ramos

Coorientadora

DSc. Alcinéia Lemos de Souza Ramos

LAVRAS – MG

2012

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Massingue, Armando Abel.

Uso de carne mecanicamente separada de aves na elaboração de mortadelas à base de carne de cordeiros e de ovelhas / Armando Abel Massingue. – Lavras: UFLA, 2012.

104 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Eduardo Mendes Ramos.

Bibliografia.

1. Análise sensorial. 2. Adição de CMS. 3. Produtos cárneos emulsionados. 4. Estabilidade de emulsão. 5. Características. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.929

ARMANDO ABEL MASSINGUE

**USO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA
DE AVES NA ELABORAÇÃO DE MORTADELAS À BASE DE CARNE
DE CORDEIROS E DE OVELHAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 30 de novembro de 2012.

Dra. Edimar Aparecida Filomeno Fontes	UFV
Dr. Paulo Rogério Fontes	UFLA
Dr. Juan Olalquiaga Ramon Perez	UFLA

DSc. Eduardo Mendes Ramos
Orientador

DSc. Alcinéia de Lemos Souza Ramos
Coorientadora

LAVRAS – MG
2012

À mulher da minha vida, Martinha, pelo apoio incondicional em todos os momentos, principalmente nos de incerteza, muito comuns para quem tenta trilhar novos caminhos.

*Aos meus filhos, Amélia, Abel, Carmone e Wilma que, com a sua paciência, tornam da vida melhor.
Sem vocês nenhuma conquista valeria a pena.*

Aos meus pais, Catarina e Abel, que dignamente me apresentaram à importância da família e ao caminho da persistência.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela saúde, pelas oportunidades concedidas e pela força para trilhar nas dificuldades.

À Universidade Eduardo Mondlane, em especial à Escola Superior de Desenvolvimento Rural, pelo estímulo e oportunidade da minha formação profissional.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade da minha formação acadêmica.

À FAPEMIG pelo financiamento do projeto e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq), pela concessão da bolsa.

Aos professores Eduardo Mendes Ramos, meu orientador, e Alcinéia de Souza Lemos Ramos, pela orientação e extrema dedicação e acompanhamento do trabalho, pela disponibilidade e generosidade reveladas ao longo destes anos de trabalho. Agradeço sinceramente.

Ao Professor Eduardo Valério Vilas Boas (ex-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos), pela valiosa carta de aceitação para a realização do mestrado em Ciência dos Alimentos na Universidade Federal de Lavras.

À professora Ana Carla, pelo inestimável apoio na preparação e na elaboração dos testes sensoriais, pela disponibilidade sempre manifestada e pela amizade.

Ao professor João de Deus, pela atenção, conselhos e ensinamentos indispensáveis para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores Alcinéia de Souza Lemos Ramos, Juan Ramón Olalquiaga Pérez, Paulo Rogério Fontes e Edimar Aparecida Filomeno Fontes, pela participação na banca de defesa de dissertação, pelas contribuições e sugestões relevantes ao trabalho.

Ao amigo Felipe, doutorando do curso de Genética e Melhoramento de Plantas (UFV), pela amizade e pelo apoio no delineamento estatístico.

Aos colegas Fabrício, Viviane, Izac, Tarcilla, Rafael, Flávio e “Brigadeiro” (do curso de Zootecnia), pela disponibilidade e incansável apoio no abate dos animais.

Aos colegas do laboratório de carnes, Monalisa, Élide, Taís, Carol, Cecília, Bruna, Robledo, Douglas, Henrique, Ítalo e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho fosse um sucesso.

Aos meus pais, Catarina e Abel, por sempre terem me apoiado incondicionalmente. Deus abençoe muito a vocês!

À minha esposa, Martinha, pelo amor, carinho e paciência comigo; por sempre ter sido meu ombro amigo e com quem sempre pude contar e confiar. Sem você a vida não faria sentido. Amo muito você!

Aos meus filhos, Amélia, Wilma, Abel e Carmone, pela compreensão e ternura sempre manifestadas. Espero que o entusiasmo, a seriedade e o empenho que dedico ao trabalho lhes possa servir de estímulo para fazerem sempre “mais e melhor”.

À família Cossa, em especial ao Sr. Carmindo e sua esposa Olívia, pelo apoio e carinho.

A todos os profissionais da UFLA que, de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, em especial às laboratoristas Tina, Cristina e Denise, pela disponibilidade manifestada e pelo incansável acompanhamento nas análises.

Agradeço, de forma muito especial, a Juliana (Departamento de Relações Internacionais), pela ajuda, apoio e dedicação sem limite para a regularização do visto.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que este sonho se tornasse realidade.

“Não se pode ensinar coisa alguma a alguém; pode-se apenas auxiliá-lo a descobrir por si mesmo”.

Galileu Galilei

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as características físico-químicas e sensoriais de mortadelas elaboradas à base de carne ovina, adicionadas de carne mecanicamente separada (CMS) de frango, quanto à composição centesimal, o pH, a atividade de água (Aa), os pigmentos heme totais e nitrosos, a estabilidade lipídica (o índice de TBARS e o índice de peróxido), a concentração residual do nitrito, a cor objetiva e a textura objetiva. Seis formulações de mortadela foram desenvolvidas, com 80%, 50% e 20% de carne de cordeiro ou de ovelha, adicionadas de 0%, 30% e 60% de CMS, respectivamente. Os resultados das análises das carnes ovinas indicaram valores aceitos: pH entre 5,51 e 5,63; proteína 17,94% e gordura 6,13%. A CMS apresentou valores de pH de 6,89; 13,23% de proteína e 17,61% de gordura. A massa crua das mortadelas foi analisada quanto ao pH, à estabilidade de emulsão e às proteínas solúveis em sal. As formulações somente da carne de ovelha apresentaram maiores ($p < 0,05$) teores de proteínas miofibrilares extraídas em solução salina. Os produtos acabados sofreram redução ($p < 0,05$) de conteúdo de água e do teor de proteína quando a carne ovina foi substituída por CMS, o que proporcionou um aumento ($p < 0,05$) dos teores de gordura e de cálcio. Os teores de nitrito residual diminuíram com o tempo e aumentaram na medida em que a carne ovina foi substituída por CMS. Os teores de pigmentos totais (PHT) e nitrosos sofreram efeito da interação ($p < 0,05$) entre o tipo de carne e a quantidade de CMS utilizada na formulação. Entretanto, não foi observada qualquer interação significativa ($p > 0,05$) para a porcentagem de conversão de PHT em PHN, reduzindo ($p < 0,05$) ao longo do tempo de armazenamento. Os dados de índices de peróxido, dureza e mastigabilidade indicaram efeito da interação significativa ($p < 0,05$) do tempo de armazenamento, com o tipo de carne, e com os níveis de substituição por CMS, tendo este último afetado o índice de TBARS. A substituição da carne ovina por CMS não afetou os valores de pH e a atividade de água. A análise sensorial pelo teste de aceitação e pela metodologia CATA (*check all that apply*) indicou que os atributos de aparência, sabor e textura dos produtos foram superiores a 6,0, quando a carne ovina foi substituída por 30% e 60% da CMS. Os resultados mostraram que é possível elaborar mortadelas à base de carne ovina de animais mais velhos, adicionadas de CMS, similares, do ponto de vista físico-químico e sensorial, aos produtos encontrados no mercado, agregando valor aos cortes de ovinos.

Palavras-chave: Carne de cordeiro. Carne de ovelha. Carne mecanicamente separada. Mortadela. Avaliação sensorial.

ABSTRACT

The present work was carried out with the objective of evaluating the physicochemical and sensorial characteristics of mortadellas elaborated with lamb or sheep meat and added of mechanically deboned chicken meat (MDCM) as to the proximal composition, pH, water activity (a_w), the total heme and nitrous heme pigments, indexes of TBARS and peroxide (PCA-FOX), the residual concentration of nitrite, the objective color and objective texture. Six formulations of mortadella were developed with 80%, 50% and 20% of lamb or sheep meat added of 0%, 30% and 60% of MDCM, respectively. The results of the analyses of meats indicated accepted values: pH between 5.51 and 5.63; protein 17.94% and fat 6.13%. The MDCM presented pH values of 6.89; 13.23% of protein and 17.61% of fat. The raw mass of the mortadellas was analyzed as to pH, the emulsion stability and salt-soluble proteins. Only the formulations of the sheep meat presented higher ($p < 0.05$) contents of salt-soluble proteins. The finished products underwent decrease ($p < 0.05$) of water content and protein content when the ovine meat was replaced by MDCM, which provided an increase ($p < 0.05$) of the contents of fat and calcium. The contents of residual nitrite decreased with time and increased as the ovine meat was replaced by MDCM. The contents of total (PHT) and nitrous heme pigments underwent effect of the interaction ($p < 0.05$) between the meat type and the amount of MDCM utilized in the formulation. However, no significant interaction ($p > 0.05$) was observed for the percentage of conversion of PHT in PHN, its being decreased ($p < 0.05$) over time of storage. The data of PCA-FOX, hardness and chewiness indicated effect of the significant interaction ($p < 0.05$) of storage time, with the type of meat and with the levels of replacement by MDCM, this latter having affected the index of TBARS. The replacement of ovine meat by MDCM did not affect the pH values and water activity. The sensorial analysis by the acceptance test and by the CATA (*check all that apply*) methodology indicated that the attributes of appearance, flavor and texture of the products were higher than 6.0, when ovine meat was replaced by 30% and 60% of the MDCM. The results showed that it is possible to elaborate mortadellas based on older animals meat added of MDCM, similar, from the physicochemical and sensorial point of view, to the products found on market, adding value to the ovine meat.

Keywords: Lamb meat. Sheep meat. Mechanically deboned meat. Mortadella. Sensorial evaluation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Produção da carne mecanicamente separada de aves.....	311
Figura 2	Fluxograma do processamento das mortadelas.....	40
Figura 3	Ficha de avaliação sensorial com escala hedônica e atributos CATA aplicados na caracterização das mortadelas.....	53
Figura 4	Fotografias e valores de L*, a* e b* das mortadelas formuladas com diferentes quantidades de CMS (0%, 30% e 60%), em substituição à carne ovina, em diferentes tempos de armazenamento refrigerado.....	73

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Frequência de consumo da mortadela	77
Gráfico 2	Representação gráfica do mapa de preferência externo da aceitação das formulações de mortadelas	800
Gráfico 3	Representação gráfica da análise dos fatores paralelos (PARAFAC) das formulações de mortadelas, dos consumidores e das características sensoriais das mortadelas	822

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Rebanho ovino e produção mundial de carne ovina, em 2010.....	21
Tabela 2	Produção de ovinos e de carne ovina no Brasil, entre 2006 e 2010	22
Tabela 3	Características de identidade e qualidade em g/100 g de mortadela (IN4, de 31/03/2000).....	27
Tabela 4	Produtos comercializados que podem incorporar ou incorporam CMS em sua formulação, limites máximos permitidos e teor de cálcio tolerado na legislação brasileira	32
Tabela 5	Formulação básica utilizada para a elaboração das mortadelas	39
Tabela 6	Características físico-químicas das carnes utilizadas no experimento.....	55
Tabela 7	Médias (desvio padrão) da composição centesimal de mortadelas formuladas com diferentes quantidades de CMS (0%, 30% e 60%) em substituição à carne ovina.....	60
Tabela 8	Médias (desvios padrões) do índice de peróxidos (mg CHP/kg) das amostras de mortadelas formuladas com diferentes quantidades de carne mecanicamente separada (0%, 30% e 60%) em substituição à carne ovina	64
Tabela 9	Médias (desvios padrões) do índice de peróxidos (IP) das amostras de mortadelas formuladas com diferentes quantidades de CMS (carne mecanicamente separada) em substituição à carne ovina.....	64
Tabela 10	Médias (desvios padrões) dos índices de substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico (TBARS), em mg. Kg ⁻¹ de MDA nas mortadelas formuladas com diferentes quantidades de CMS (carne mecanicamente separada) em substituição à carne ovina	65
Tabela 11	Médias (desvios padrões) do teor de nitrito residual (NO ₂ R) nas amostras de mortadelas elaboradas com diferentes CMS (carne mecanicamente separada) em substituição à carne ovina	67
Tabela 12	Médias (desvios padrões) do teor de pigmentos totais (PHT) e pigmentos nitrosos (PHN), em µg/g, nas mortadelas formuladas com diferentes quantidades de CMS (carne mecanicamente separada) em substituição à carne ovina	69
Tabela 13	Médias (desvios padrões) dos teores de pigmentos totais (PHT) e nitrosos (PHN) e porcentagem de conversão nas mortadelas formuladas com diferentes quantidades de CMS (carne mecanicamente separada) em substituição à carne ovina, analisadas em diferentes tempos de estocagem, refrigerada a 4 °C	70
Tabela 14	Médias (desvios padrões) dos índices de cor objetiva das mortadelas formuladas com carne ovina (cordeiro ou ovelha)	71

Tabela 15	Diferença global de cor (ΔE^*) das mortadelas elaboradas com carne ovina (cordeiro ou ovelha) comparadas com o controle, nos diferentes tempos de armazenamento, sob refrigeração a 4 °C.....	72
Tabela 16	Médias (desvios padrões) dos parâmetros dureza e mastigabilidade das mortadelas formuladas com diferentes quantidades de CMS (carne mecanicamente separada) em substituição à carne ovina	74
Tabela 17	Médias (desvios padrões) da flexibilidade B das amostras de mortadelas formuladas com diferentes quantidades CMS (carne mecanicamente separada) em substituição à carne ovina	76
Tabela 18	Resumo das características demográficas dos consumidores de mortadela que participaram da análise sensorial (n=53).....	77
Tabela 19	Notas médias (desvio padrão) dos atributos de aceitação das mortadelas elaboradas com carne de cordeiros e de ovelhas	78

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1	Carne ovina.....	18
2.1.1	Produção mundial e brasileira de ovinos.....	20
2.2	Produtos cárneos emulsionados.....	23
2.2.1	Mortadelas.....	25
2.2.2	Aditivos e ingredientes em embutidos emulsionados.....	28
2.3	Carne mecanicamente separada de aves.....	29
2.4	Qualidade microbiológica.....	33
2.5	Análise sensorial dos alimentos.....	35
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
3.1	Local de execução.....	37
3.2	Obtenção e preparo das carnes.....	37
3.3	Elaboração das mortadelas.....	38
3.4	Metodologia analítica.....	41
3.4.1	Avaliação da composição centesimal.....	42
3.4.2	Avaliação da estabilidade da emulsão da massa crua.....	42
3.4.3	Determinação do teor de proteínas solúveis em sal (SSP).....	43
3.4.4	Análise do pH.....	44
3.4.5	Determinação de Cálcio.....	44
3.4.6	Determinação da atividade de água (Aa).....	45
3.4.7	Determinação do índice de peróxido.....	45
3.4.8	Avaliação da oxidação lipídica (TBARS).....	46
3.4.9	Determinação do nitrito (NO ₂ ⁻) residual.....	47
3.4.10	Pigmentos heme totais (PHT).....	48
3.4.11	Pigmentos neme nitrosos (PHN).....	48
3.4.12	Determinação do grau de conversão de pigmentos heme em nitrosoemocromo.....	49
3.4.13	Medida da cor objetiva.....	49
3.4.14	Avaliação da textura objetiva.....	50
3.4.15	Análise sensorial das mortadelas.....	51
3.4.15.1	Teste de aceitação.....	51
3.5	Análise estatística dos dados.....	54
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4.1	Caracterização das matérias-primas.....	55
4.2	Características tecnológicas da emulsão crua.....	57
4.2.1	Determinação do pH da massa crua.....	57
4.2.2	Proteínas solúveis em sal.....	58
4.2.3	Estabilidade de emulsão (EE).....	59

4.3	Características físico-químicas das mortadelas.....	60
4.3.1	Composição centesimal.....	60
4.3.2	Análise do pH das mortadelas.....	61
4.3.3	Atividade de água das mortadelas.....	62
4.3.4	Oxidação lipídica.....	63
4.3.4.1	Análise do índice de peróxidos.....	63
4.3.4.2	Análise do índice de TBARS.....	64
4.3.5	Concentração de nitrito residual.....	66
4.3.6	Concentração de pigmentos totais (PHT) e nitrosos (PHN).....	68
4.3.7	Determinação de cor objetiva.....	70
4.3.8	Avaliação do perfil de textura objetiva.....	74
4.4	Análise sensorial das mortadelas.....	76
4.4.1	Perfil do consumidor de mortadela.....	76
4.4.2	Análise sensorial por aceitação.....	77
4.4.3	Análise do mapa de preferência externo e da CATA.....	79
4.4.4	Análise de fatores paralelos (PARAFAC).....	82
5	CONCLUSÃO.....	84
	REFERÊNCIAS.....	85
	ANEXOS.....	99

1 INTRODUÇÃO

A carne, tendo em vista os seus nutrientes, ocupa lugar de destaque na dieta humana. O desequilíbrio entre a produção e o consumo vem determinando o desenvolvimento das mais variadas estratégias visando ao permanente abastecimento do mercado consumidor. Entre essas estratégias, insere-se a exploração de outras carnes, como a de ovinos que, juntamente com a carne de bovinos, suínos e aves, são fontes de nutrientes para o homem.

Como produtora de carne, a espécie ovina ocupa uma posição intermediária em relação às demais espécies, com contribuição quantitativa e social, constituindo a fonte primordial de proteína para habitantes de regiões como a África, o Oriente e o nordeste brasileiro.

Ainda que crescente, o consumo *per capita* de carne ovina no Brasil é pouco representativo, quando comparado ao de outras carnes vermelhas, como a bovina. Um dos fatores aos quais se atribui o baixo consumo de carne ovina é o sabor característico, relacionado ao odor, ao sexo, à idade e à gordura.

Uma forma de incentivar a produção desses animais e estimular o consumo dessa carne é o desenvolvimento de produtos processados, aproveitando, principalmente, a carne de animais velhos que, devido à idade, têm a carne escura e dura, sendo menos valorizada pelos consumidores que procuram carnes com melhores características sensoriais.

Atualmente, se encontram no mercado alguns produtos ovinos, como linguiças, hambúrgueres e salames. Entretanto, ainda há um grande esforço para desenvolver mais produtos, em vista da gama de produtos ofertados utilizando outras carnes. Neste cenário, a utilização de carne ovina na elaboração mortadelas é promissora, podendo gerar um produto característico de carne ovina (“mortadela de carne ovina”) ou apenas como ingrediente minoritário (“mortadela”).

Um ingrediente largamente utilizado na elaboração de mortadelas é a carne mecanicamente separada (CMS), cuja obtenção na indústria de aves é muito importante, uma vez que permite agregar valor por aproveitar matérias-primas consideradas pouco nobres ou, mesmo, sem valor comercial. Devido à natureza de seu processamento, sua composição e tendência rápida à oxidação, a CMS tem vida útil curta. A utilização desse ingrediente em embutidos tem em vista a redução do custo da produção de produtos cárneos reestruturados.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar os efeitos tecnológicos da substituição da carne ovina por diferentes níveis de carne mecanicamente separada de frango (0%, 30% e 60%) sobre a estabilidade de emulsão e as características de qualidade de mortadelas elaboradas à base da carne de cordeiros e de ovelhas. Com esse propósito, os produtos elaborados foram avaliados tanto em relação às características físico-químicas de importância tecnológica, durante o armazenamento refrigerado, quanto ao potencial sensorial, por meio de um teste de aceitação por um painel de provadores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Carne ovina

Carne pode ser considerada todo e qualquer tecido animal propício ao consumo humano. Dessa forma, embora o tecido muscular esquelético seja o principal constituinte da carne, esta definição também inclui os outros tecidos, como o adiposo (gorduras) e o ósseo, bem como glândulas, vísceras (intestinos) e órgãos (pele, cérebro, fígado, coração, língua, etc.), desde que sadios e obtidos em condições higiênico-sanitários satisfatórias (RAMOS; GOMIDE, 2005).

O conteúdo lipídico da carne é, geralmente, o componente mais variável. Os componentes lipídicos de maior destaque para a qualidade nutricional são os triglicerídeos, os fosfolipídios, o colesterol e uma limitada quantidade de vitaminas lipossolúveis. O valor calórico dos lipídeos na carne é derivado dos ácidos graxos presentes nos triglicerídeos e fosfolipídios. Os ovinos apresentam, aproximadamente, 145 calorias por 100 mg de carne crua, 19,5% de proteína, 71,5% do conteúdo de água total, 7,0% de gordura e 1,5% de resíduo mineral fixo (ABERLE et al., 2001).

Carnes de ovinos, principalmente de animais mais velhos (capões, ovelhas e carneiros), são consideradas de baixa qualidade. Não foram encontrados estudos que sinalizassem o melhor destino dos cortes cárneos desses animais, o momento de descarte desses animais (estágio fisiológico) e como prepará-los para o abate (PINHEIRO; JORGE; BOIAGO, 2010). No entanto, a carne de animais mais jovens (cordeiros e borregos) tem boa aceitação sensorial.

Os cordeiros são animais ovinos jovens e sua carne rosada e a textura menos grosseira são as preferidas pelos consumidores. As ovelhas são animais de idade avançada, cuja carne, de coloração vermelho-escura, é mais consumida

na propriedade ou por consumidores pouco exigentes (PINHEIRO et al., 2009). Com a idade, estes animais registram um aumento da concentração de pigmentos heme (mioglobina) no músculo, que é atribuído, em parte, à queda da eficiência de seus sistemas respiratório e circulatório (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2009), obrigando-o a armazenar mais oxigênio durante os períodos de repouso. Com o aumento da idade, o teor de proteína na carcaça de ovinos jovens diminui (ZUNDT et al., 2003), enquanto a quantidade de gordura aumenta. Segundo Lawrie (1985), a gordura intramuscular é a principal forma de deposição de gordura em animais mais velhos. Sua presença é desejável, desde que não esteja em excesso, para não comprometer a sua aceitação sensorial (RAMOS; GOMIDE, 2005).

A qualidade sensorial da carne de ovelhas de descarte é considerada semelhante, mesmo quando abatidas em diferentes estágios fisiológicos, sendo de boa aceitação pelos apreciadores de carne ovina (PINHEIRO; JORGE; SOUZA, 2012).

Todavia, entre os atributos de qualidade da carne mais importantes para os consumidores estão a cor, a sua capacidade de retenção de água, assim como sua maciez e suculência (ABULARACH; ROCHA; FELÍCIO, 1998; PINHEIRO; JORGE; SOUZA, 2012; RAMOS; GOMIDE, 2007). Concomitantemente, a qualidade da carne pode ser avaliada pelo pH e perdas por cocção, e pelos aspectos sanitários e nutricionais. Tais características podem evidenciar carnes de melhor ou pior qualidade e os resultados podem ser utilizados para determinar o preço e direcioná-las para diferentes tipos de mercado (PINHEIRO; JORGE; BOIAGO, 2010).

Para vários autores, a qualidade da carne ovina relaciona-se com a raça do animal (PEREZ et al., 2002; SAÑUDO; CAMPO; SIERRA, 1997; ZAPATA et al., 2000), sua idade (ZUNDT et al., 2003), o sistema de alimentação e o tipo de dieta predominante (PEREZ et al., 2002; YOUNG et al., 1997; ZAPATA et

al., 2000). O efeito da dieta na maciez sensorial de carne ovina também foi descrito por Madruga et al. (2005), Siqueira et al. (2002), Tonetto et al. (2004) e Zapata et al. (2000), observando que a carne dos animais que recebem dieta com alto teor energético é mais macia. Contudo, o processo de maturação também apresenta influência nas propriedades sensoriais da carne, em especial na sua maciez e odor, influenciando significativamente a sua palatabilidade (PARDI et al., 2001). Quanto à preferência, um dos fatores a que se atribui o baixo consumo de carne ovina é o sabor característico, relacionado ao odor, ao sexo, à idade e à gordura, sendo a carne de animais mais jovens mais aceitável (PINHEIRO, 1989).

No Brasil, vários trabalhos foram desenvolvidos visando agregar valor à carne de ovinos mais velhos, porém, a maioria deles (FRANÇOIS et al., 2009; MATOS et al., 2007; PELEGRINI et al., 2008) relata a sua utilização na produção de embutidos fermentados tipo salame à base de carnes de ovelhas.

Segundo Madruga et al. (2010), o aproveitamento tecnológico de carnes de pequenos ruminantes é pouco comum e, quando realizado, é feito de maneira artesanal. Assim, o potencial de comercialização destas carnes só será desenvolvido se forem realizados estudos e desenvolvidas tecnologias para que estes produtos sejam processados, industrializados e comercializados. Entretanto, até hoje, são bastante escassas referências quanto à utilização de carne ovina na indústria, tanto brasileira como internacional.

2.1.1 Produção mundial e brasileira de ovinos

A ovinocultura é uma atividade praticada em todos os continentes, sendo que a ampla difusão da espécie se deve, principalmente, ao seu poder de adaptação a diferentes climas, relevos e vegetações.

Com a crise no setor de lã, o interesse pela exploração de ovinos para a produção de carne vem aumentando nos países desenvolvidos. Ela se destina tanto à exploração econômica como à subsistência das famílias de zonas rurais, onde já é significativo o uso de tecnologias para aumentar a produção (VIANA, 2008), uma vez que, com o maior consumo de carne ovina, muitos criadores substituíram os rebanhos ovinos lanados por raças que também servissem aos propósitos de produção de carne.

Conforme dados da FAO, a produção mundial de carne de ovinos, em 2008, foi de, aproximadamente, 7,8 milhões de toneladas. Em 2010, a produção mundial de carne ovina (Tabela 1) situou-se em torno de 8,54 milhões de toneladas, sendo que os maiores produtores concentram mais de 50% da produção mundial. O comércio internacional é abastecido pelos países do Mercado Comum Europeu, Austrália e Nova Zelândia, onde existem sistemas de produção e comercialização especializados (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2010). Segundo a FAO (2010), em 2010 o rebanho brasileiro foi equivalente a 1,6% da produção mundial de animais ovinos.

Tabela 1 Rebanho ovino e produção mundial de carne ovina, em 2010

Continente/país	cabeças (10⁶)	Carne (10⁶ kg)
África	299,03	1,57
América	92,57	0,40
América do sul	74,48	0,24
Brasil	17,38	0,08
Ásia	454,70	4,38
Europa	130,79	1,16
Oceania	100,66	1,03
Mundo	1077,76	8,54

Fonte: FAO (2010)

No Brasil, a ovinocultura é crescente, viabilizando sistemas de produção animal em pequenas propriedades e tornando-se mais uma alternativa de investimento no agronegócio. Mais da metade da produção de ovinos está na região nordeste (59,22%), enquanto a região sul representa 27,43% e a região centro-oeste, 6,15% do rebanho de ovinos (ANUALPEC, 2011; SÓRIO, 2009). Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010) indicam maior participação dos estados do Rio Grande do Sul (23,5%), Bahia (18%), Ceará (12,3%) e Pernambuco (8,8%). Embora tenha somente 1,6% do rebanho ovino mundial, quando se analisa apenas o continente americano, o Brasil se torna mais relevante na ovinocultura, com 18,77% da produção americana e 23,33% da produção sul-americana (FAO, 2010).

De 2006 a 2010, a produção brasileira de carne ovina oscilou em torno de 79 mil toneladas (Tabela 2), ainda insuficiente para suprir o mercado consumidor interno (FAO, 2010). Em razão disso, o espaço para carne importada no Brasil aumentou em 9% do consumo formal de 86 mil toneladas anuais (SÓRIO, 2009). Não obstante o mercado consumidor estar em crescimento, no Brasil, o consumo de carne ovina é pequeno e estimado em apenas 0,7 kg/habitante/ano.

Tabela 2 Produção de ovinos e de carne ovina no Brasil, entre 2006 e 2010

Produção anual	Ano				
	2006	2007	2008	2009	2010
Animais (10 ⁶ cabeças)	16,02	16,24	16,63	16,81	17,38
Carne (10 ³ ton.)	77	78	78,3	80	81

Fonte: FAO (2010)

A falta de hábito de consumo e a irregularidade da oferta constituem as principais causas do baixo consumo de carne ovina no Brasil. Além disso, o aumento na demanda tem elevado seu valor de comercialização, o que a torna pouco acessível para os indivíduos de baixa renda (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2001).

2.2 Produtos cárneos emulsionados

Entende-se por emulsionados os produtos cuja carne crua é finamente triturada, de forma a se obter uma massa viscosa, com característica de emulsão.

Emulsão cárnea refere-se a uma massa com características de emulsão óleo em água constituída de duas fases, a fase dispersa, composta por partículas de gordura e a fase contínua, de água e sais dissolvidos e proteínas suspensas (SILVA SOBRINHO et al., 2005), obtida do processo de elevada cominuição de carne, sal, água, gordura e outros ingredientes, que resulta em um produto cárneo estável após o tratamento térmico (VITORINO, 2008). No entanto, se a temperatura aumentar acima de 16 °C durante a cominuição, a quebra da emulsão pode ocorrer durante o tratamento térmico (TERRA, 2005).

Dentre os produtos cárneos cominuídos, salsichas e mortadelas são os mais conhecidos e, pela sua importância econômica, nos últimos anos, têm sido objeto de pesquisa. Muitas vezes, são referenciados como “produtos de massa fina”, por serem caracterizados por um elevado grau de divisão dos seus constituintes (TERRA, 2005). A formação de um emulsionado típico consiste em duas transformações: o entumescimento das proteínas e formação de uma matriz viscosa e a emulsificação e a solubilização das proteínas, glóbulos de gordura e água.

Pinheiro (1989) aponta a presença de uma membrana proteica interfacial que envolve as partículas, a força do gel da matriz e as características físicas da

gordura como três fatores que podem afetar a estabilidade estrutural das proteínas em sistemas cárneos.

A emulsificação da gordura permite sua importante participação no sabor e na textura do produto cárneo, uma vez que se torna imperceptível ao consumidor (RAMOS; GOMIDE, 2005). Merecem especial atenção a temperatura de trabalho do *cutter* e o grau de divisão da gordura e adição de cloreto de sódio e polifosfatos, tendo em vista que a proteína atua como estabilizante somente quando solúvel (TERRA, 2005). Qualquer elevação da temperatura causa aumento da precipitação das proteínas sarcoplasmáticas, porém, a máxima precipitação ocorre em pH 4,8-5,5 (LAWRIE, 1985). Os polifosfatos são utilizados para aumentar a capacidade de retenção de água das proteínas na emulsão pelo afastamento do pH do meio do seu ponto isoelétrico. Segundo Lawrie (1985), as melhores condições para o processamento da mortadela seria na faixa de pH 6,0-7,1 quando a precipitação das proteínas sarcoplasmáticas é baixa.

As proteínas são fundamentais para formar uma boa emulsão e manter as partículas agregadas. Na elaboração dos produtos derivados da carne, a água é adicionada. A gordura apresenta a capacidade de melhorar a suculência, a textura e o brilho, dando mais maciez ao produto. A água é responsável pela suculência das carnes e, juntamente com o sal adicionado na formulação, promove a solubilização das proteínas miofibrilares, melhorando a estabilidade da emulsão (KROLOW, 2010). De acordo com Ramos e Gomide (2007), as proteínas solubilizadas na carne são as proteínas miofibrilares (actina e miosina).

Para promover o aumento da ligação e reduzir perdas durante o cozimento, ingredientes não cárneos podem ser utilizados (BRASIL, 2000). Durante o cozimento ocorre coagulação das proteínas, imobilizando a gordura, a água e outros constituintes, o que caracteriza a textura dos produtos cárneos emulsionados. A estabilidade da gordura e da água no sistema é muito

importante na aceitação sensorial do produto (GORDON; BARBUT, 1992; VITORINO, 2008).

2.2.1 Mortadelas

Os principais produtos cárneos emulsionados são as mortadelas e as salsichas. A legislação brasileira define mortadela como:

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

A mortadela é um dos produtos cárneos com bom valor nutritivo e excelente aceitação pelo consumidor. Ramos e Gomide (2005) apontam que a sua produção tem superado em muito outros produtos tidos como tradicionais pela indústria cárnea brasileira e, por se tratar de um produto de amplo consumo popular, a tendência é de crescimento contínuo. Além da fonte proteica e lipídica, uma infinidade de ingredientes não cárneos tem sido utilizada na elaboração dos produtos emulsionados, visando reduzir perdas no cozimento e nos custos da formulação, podendo melhorar ou alterar a aparência, a palatabilidade, a textura e, principalmente, estabilizando os lipídeos durante o cozimento (PINHEIRO, 1989; TERRA, 2005).

A Instrução Normativa n.º 4 (IN4), de 31 de março de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), estabelece as características de identidade e de qualidade da mortadela, sendo os teores mínimos de 12% de proteína e máximos de 65% para umidade, 30% a 35% para lipídeos e 0,9% para cálcio na formulação (BRASIL, 2000), além da adição

máxima de 60% de CMS nesse tipo de produto emulsionado. Entretanto, devido à utilização de diferentes ingredientes no processamento da mortadela, a legislação limita os teores de cálcio em base seca (BS) que podem estar presentes no produto (Tabela 3).

A tecnologia para o processamento de produtos cárneos, como a mortadela, possibilitou a populações de baixa renda o acesso às proteínas funcionais oriundas da carne, aumentando as chances de suprimento da recomendação diária de proteína (63 mg/dia), tendo sido constatado que o produto vem sendo apreciado por todas as classes sociais ao longo do tempo (OLIVO, 2006). Devido ao menor custo do produto, a mortadela tornou-se uma opção de proteína cárnea na alimentação, estando disponível na lista de alimentos das famílias do nordeste brasileiro. Nesta região, Sório et al. (2009) encontraram alta frequência de consumo de mortadela (38% a 44%) em relação ao consumo de carnes (29% a 30%). Para estes pesquisadores, a utilização de carnes caprina e ovina na elaboração de embutidos cárneos apresenta-se como alternativa para o mercado consumidor, uma vez que, além do benefício nutricional para a saúde, apresenta-se como um estímulo para o agronegócio nordestino, cujo clima e relevo favorecem a criação de pequenos ruminantes.

Diversos estudos foram desenvolvidos com embutidos elaborados com carne caprina ou ovina, no entanto, há poucos relatos (ABDULLAH, 2004; FRANCESCHINI et al., 2006; GUERRA, 2010; KRUPA; ZIN; DOMINIK, 1992; MARTINS, 1998; TRINDADE; CASTILLO; FELÍCIO, 2006) da utilização destas carnes na elaboração de embutidos emulsionados, como mortadelas e salsichas.

Tabela 3 Características de identidade e qualidade em g/100 g de mortadela (IN4, de 31/03/2000)

Produto	Amido (máx.)	CT (máx.)	Umidade (máx.)	Gordura (máx.)	Proteína (mín.)	Ca (BS, máx.)	CMS (max.)	Miúdos (max.)	PNC (max.)
Mortadela	5	10	65	30	12	0,9	60	10	4
Mortadela de ave	5	10	65	30	12	0,6	40	5	4
Tipo bologna	5	10	65	30	12	0,3	20	10	4
Bologna	0	3	65	35	12	0,1	0	0	0 ^(*)
Italiana	0	3	65	35	12	0,1	0	0	0 ^(*)

^(*) Exceto proteínas lácteas. CT = carboidratos totais; Ca = cálcio; PNC = proteína não cárnea ; BS = base seca; CMS = carne mecanicamente separada

Fonte: Brasil (2000)

2.2.2 Aditivos e ingredientes em embutidos emulsionados

Os ingredientes constituem os componentes nutritivos nos alimentos, enquanto os aditivos são substâncias que se agregam intencionalmente aos alimentos e em pequenas quantidades, subsistindo nos produtos finais, independentemente de qualquer finalidade tecnológica.

A água é o componente mais importante de quase todos os alimentos. Sua função na produção de embutidos cárneos é colaborar na extração das proteínas da carne, solubilizando-as e dispersar uniformemente os ingredientes e aditivos na massa cárnea (OLIVO, 2006).

O sal (cloreto de sódio) é um ingrediente utilizado como condimento. Confere sabor ao produto, reforça e valoriza o sabor das demais especiarias utilizadas, age como conservante natural, uma vez que diminui a atividade de água do produto, e contribui para a solubilização das proteínas miofibrilares. Quando o produto é aquecido, estas proteínas solubilizadas fixam-se como uma estrutura de rede, imobilizando a água, dando à massa cárnea com a consistência de um gel e melhorando a textura do produto (OLIVO, 2006; SHIMOKOMAKI et al., 2006). Ramos e Gomide (2005) relatam que a quantidade de sal é tecnologicamente limitada a 3%, muito embora seu efeito sobre a extração das proteínas seja maior em concentrações mais elevadas.

O amido é outro ingrediente amplamente empregado em embutidos cárneos, devido à sua capacidade de ligação com a água e de formar gel, quando submetido ao calor (PARDI et al., 2001). De acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade da Mortadela (BRASIL, 2000), podem ser adicionados, no máximo, 5% de amido no produto. Aktas e Gençcelep (2006) estudaram o efeito do tipo de amido e as suas modificações nas propriedades físico-químicas de mortadelas tipo bologna produzidas com adição de gordura ovina, tendo observado que o amido de batata foi melhor, em relação ao amido de milho, para a formulação de

embutidos cárneos. Entretanto, concluíram que o tipo de amido na massa cárnea teve efeito no aumento da estabilidade de emulsão, devido à redução de fluidos exsudados.

Os conservantes (sais de cura) são aditivos utilizados em derivados cárneos, com o objetivo de evitar a proliferação de microrganismos formadores de esporos, proporcionar a coloração rosada típica de produto curado devido às reações com a mioglobina (RAMOS; GOMIDE, 2007) e contribuir para o desenvolvimento de aroma característico de carne curada (DUTRA, 2009; ORDÓÑEZ et al., 2005).

Para garantir a estabilidade e melhorar a textura, são adicionadas substâncias estabilizantes que contribuem para evitar a exsudação de água, lipídeos e gel (OLIVO, 2006). Os estabilizantes mais utilizados são os fosfatos alcalinos, que colaboram na formação de emulsões estáveis, porque aumentam a capacidade de retenção de água das proteínas da emulsão. O uso de fosfatos na massa também diminui a velocidade de elevação da temperatura no *cutter*, o que permite maior tempo de trituração do produto. A adição de fosfatos em embutidos diminui a viscosidade da massa no *cutter*, tornando-a fluida e elástica. Dessa forma, Ramos e Gomide (2005) relataram que a incorporação de fosfatos aumenta a força iônica, estabiliza o pH e melhora a capacidade emulsionante das proteínas miofibrilares. O aumento na capacidade de reter água da massa cárnea diminui consideravelmente o encolhimento do produto, quando submetido ao aquecimento.

2.3 Carne mecanicamente separada de aves

Carne mecanicamente separada (CMS) é a carne retirada a partir dos ossos, carcaças ou partes de carcaças de animais de açougue (aves, bovinos e suínos), que tenham sido aprovados para consumo humano pelo Serviço de

Inspeção Federal (SIF), à exceção dos ossos da cabeça, pés e patas, submetidos à separação mecânica em equipamentos especiais – máquinas de separação mecânica (MSM) – e imediatamente congelada por processos rápidos ou ultrarrápidos, quando não utilizada imediatamente (BRASIL, 2000).

A CMS de aves surgiu no final da década de 1950, nos Estados Unidos, devido à preferência dos consumidores por cortes de frangos e filés, em vez de frangos inteiros. Essa predileção por cortes de frangos despertou a necessidade de encontrar meios para o aproveitamento de dorsos, pescoços e ossos resultantes da desossa. Dessa forma, a CMS de aves começou a ser utilizada na fabricação de inúmeros produtos, como mortadelas, salsichas, salames e sopas em pó (GOUVÊA; GOUVÊA, 2007).

A obtenção da CMS, principalmente de aves, constitui uma tecnologia muito importante nas indústrias, uma vez que transforma as matérias-primas consideradas pouco nobres, como dorso, pescoço, ossos de peito, pontas de asa, recortes com ossos, caixa torácica e produtos lesionados, que constituem de 15% a 25% da carne existente na carcaça (BERAQUET, 1990; FONKWE; SINGH, 1996). A CMS pode conter entre 9,3% a 14,5% do teor de proteína (SOUSA et al., 2003).

No Brasil, a produção da CMS foi desenvolvida nos anos 1990 e vem se expandido muito, como forma de aproveitamento da carne aderida aos ossos de frangos. Segundo Gouvêa e Gouvêa (2007), essa produção foi estimulada pela vultosa exportação de cortes nobres desossados, fazendo com que volumes proporcionais de carcaças, ossos de peito, dorso, pescoço e pernas resultantes dessa operação fossem destinados à separação mecânica, produzindo a CMS.

As etapas de produção da CMS na indústria avícola estão representadas na Figura 1.

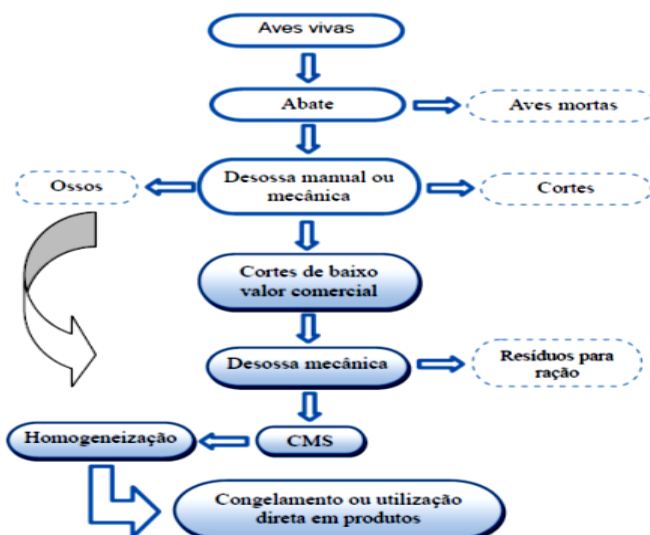


Figura 1 Produção da carne mecanicamente separada de aves
Fonte: Pereira (2010)

A CMS, devido à sua composição rica em ácidos poli-insaturados (PUFAS) e pigmentos *heme*, é susceptível à oxidação química e bioquímica (AMARAL-MELLO, 1998; POLLONIO, 1994; PÜSSA et al., 2007), potencializando a formação de agentes carcinogênicos derivados de PUFAS. Devido à trituração com ossos, o teor de cálcio na CMS prejudica as características tecnológicas, como elasticidade, capacidade de retenção de água, capacidade emulsificante e estabilidade de emulsão, limitando sua utilização como fonte de proteína na formulação de produtos industrializados (VITORINO, 2008). Uma forma prática de controlar os rendimentos obtidos nos processos de separação mecânica é a determinação do teor de cálcio da CMS, em que maior teor de ossos implica em maior pressão utilizada na desossa (BERAQUET, 2000). Entretanto, é justamente devido a esta maior incorporação de cálcio e partículas ósseas que a sua utilização em produtos cárneos é limitada.

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2000), a CMS deverá conter o mínimo de 12% de proteína, o máximo de 30% de gordura, o máximo de 1,5%

de teor de cálcio em base seca e apresentar, sensorialmente, textura pastosa, cor e odor característicos. Entretanto, pela legislação, sua utilização como matéria-prima é limitada, de acordo com cada produto ou grupos de produtos, em até 60% (Tabela 4), sendo seu uso proibido em produtos cárneos frescos.

Tabela 4 Produtos comercializados que podem incorporar ou incorporam CMS em sua formulação, limites máximos permitidos e teor de cálcio tolerado na legislação brasileira

Produto cárneo	Máximo de CMS	Máximo de Cálcio
Mortadela	60%	0,9%
Salsicha	60%	0,9%
Hambúrguer cozido	30%	0,45%
Fiambre	30%	0,9%
Almôndega cozida	30%	0,9%
Linguiça cozida	20%	0,3%

Fonte: Brasil (2000)

Trindade et al. (2008) afirmam que a utilização de nitrito, juntamente com o eritorbato, melhorou a cor e retardou a oxidação lipídica da CMS, durante o tempo de armazenamento.

Em um estudo sobre o efeito da substituição de carne por CMS de frango em produtos de salsicharia, verificou-se efeito na redução dos teores de gordura e proteína (PEREIRA et al., 2011). A adição de altos níveis de CMS influencia a cor e a textura (DAROS; MASSON; AMICO, 2004; PEREIRA et al., 2011). Li e Wick (2001) relataram que salsichas fabricadas a partir de carne PSE e incorporadas de CMS de frango apresentaram aumento na rigidez e redução na perda de cozimento, porém, sem diferenças quanto à capacidade de retenção de água, em relação à salsicha controle.

Lee et al. (1996) avaliaram a vida útil de salsichas de frango elaboradas com adição de CMS de aves e armazenadas, por 8 dias e por 6 meses, a 4 ± 1 °C e

-21±1 °C, respectivamente. As salsichas mantiveram inalteráveis o sabor, a textura e a cor, porém, quando armazenadas a 4±1 °C, apresentaram deterioração, devido à contaminação microbiana, enquanto a oxidação lipídica foi o fator responsável pela deterioração da salsicha armazenada a -21±1°C.

2.4 Qualidade microbiológica

Os produtos de origem animal, principalmente avícolas, são considerados uma importante fonte de proteína humana. Diversos pesquisadores relatam que enfermidades causadas por *Salmonella* spp e transmitidas por alimentos são conhecidas e constituem uma das maiores preocupações da saúde pública em todo o mundo, verificando-se, no entanto, que a carne de aves é a mais frequentemente envolvida (CARVALHO; CARDOSO, 2006; JAY, 2005).

Santos et al. (2000) afirmam que, no Brasil, não há relatos sobre a pesquisa de *Salmonella* em carcaças de frango congeladas. Considerando-se que grande parte da comercialização dá-se com carcaças congeladas, o conhecimento microbiológico das mesmas, no que concerne a microrganismos do gênero *Salmonella*, seria de extrema utilidade, pois, no comércio brasileiro, as carcaças podem ser encontradas na forma resfriada e congelada. O resfriamento não inviabiliza a presença de bactérias, como as do gênero *Salmonella*, contudo, quando se trata do congelamento, espera-se a redução ou a ausência de células bacterianas.

A ocorrência e a quantidade de *Salmonella* presente na carne variam de acordo com as condições de manejo durante a criação e com os cuidados higiênicos nas operações de abate dos animais, além da posterior manipulação das carcaças (CARVALHO; CORTEZ, 2005), podendo tornar-se um problema potencial na determinação de quadros de infecção alimentar em seus consumidores.

A composição e o pH da carne mecanicamente separada de aves têm sido reportados como responsáveis pela sua elevada carga microbiana (URBANSKI; LOBO; FERREIRA, 2010), oriunda da contaminação que ocorre durante a sua obtenção. Por isso, a fim de melhorar a qualidade da CMS e aumentar a estabilidade durante sua vida útil, foram realizadas diversas tentativas, como a pré-cura e o armazenamento congelado a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (NUNES, 2003), a adição de antioxidantes e o uso de atmosfera com 100% de CO_2 (KUMAR; PEDERSEN-WISMER; CASPERSEN, 1986) ou irradiação (GOMES et al., 2002). Todavia, Lee et al. (1996) observaram que o número de psicrotróficos aumentou em salsichas de frango elaboradas com a adição de CMS e conservadas refrigeradas a $4\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, por mais de 8 dias, porém, manteve-se estático na salsicha congelada a $-21\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 6 meses. Bersoti et al. (2008) observaram a multiplicação de *Listeria monocytogenes*, naturalmente presente em mortadelas fatiadas, embaladas a vácuo e armazenadas a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, por até 40 dias, sugerindo que boas práticas de fabricação e um sistema de HACCP são fundamentais para garantir a segurança do produto.

Para os produtos cárneos cozidos defumados ou não, a exemplo da mortadela, os limites máximos de tolerância são baseados nos constantes da RDC n.º 12, de 2 de janeiro de 2001, da ANVISA, que preconiza ausência de *Salmonelas* em 25 g do produto; 5×10^2 UFC/g para coliformes; 5×10^2 UFC/g para clostrídios sulfito-redutores; a $46\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 3×10^3 UFC/g para *Staphylococcus aureus* (BRASIL, 2001). Entretanto, a higienização nos frigoríficos constitui a medida preventiva dos casos de contaminação microbiológica.

2.5 Análise sensorial dos alimentos

A caracterização sensorial dos alimentos para a verificação da aceitação dos consumidores é fundamental para o desenvolvimento de produtos industrializados. Em razão disso, o objetivo final de um novo produto é a aceitação por parte do consumidor, pois de nada vale um produto excelente, quanto às suas características físicas, químicas e microbiológicas, se a característica sensorial deste não satisfaz às necessidades e o desejo de quem o consumirá (MINIM, 2006).

Quando a intenção é avaliar se os consumidores gostam ou desgostam do produto, utiliza-se teste de aceitação com escala hedônica. Esta escala varia gradativamente entre os termos hedônicos “gostei extremamente” e “desgostei extremamente”, permitindo que o consumidor expresse sua aceitação pelo produto com base nos atributos gosta e desgosta, a qual pode variar em cinco, sete e nove pontos, sendo a escala hedônica de nove pontos a mais recomendada (MINIM, 2006).

As metodologias tradicionais para analisar dados de aceitação apresentam algumas limitações, devido ao fato de estas analisarem somente a média de aceitação de um grupo de consumidores, não considerando suas individualidades, podendo ocasionar em perda de informações importantes do comportamento individual de cada um dos provadores. Dessa forma, a técnica de mapa de preferência foi desenvolvida para comparar preferências e relacioná-las com as características de qualidade do produto. O mapa de preferência utiliza procedimentos estatísticos multivariados para obter uma representação gráfica das diferenças de aceitação entre produtos e considera a individualidade dos consumidores (MINIM, 2006).

Por outro lado, a análise de fatores paralelos (PARAFAC) é um método utilizado para a decomposição de dados de ordem superior. Portanto, Nunes et

al. (2012) reportaram que o PARAFAC pode ser considerado uma generalização da análise de componentes principais (PCA) para dados multidimensionais.

Para estes pesquisadores, o convencional mapa de preferência interno permite a identificação, em termos de cada atributo preferido na amostra, porém, não é capaz de explicitar qual foi a melhor, tomando conta em simultaneamente todos os atributos analisados. Mesmo assim, os mapas de preferência são frequentemente utilizados no desenvolvimento de novos produtos (KLEEF; TRIJP; LUNING, 2006).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local de execução

O abate dos animais foi realizado no setor de corte de ovinos do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O processamento da matéria-prima e a elaboração dos produtos ocorreram no Laboratório de Processamento de Carnes e Derivados (planta piloto), no Departamento de Ciência de Alimentos (DCA) da UFLA. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Carnes e Derivados do DCA/UFLA e nos laboratórios do Departamento de Ciência dos Solos (DCS)/UFLA. A análise sensorial dos produtos elaborados foi conduzida no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos do DCA/UFLA.

3.2 Obtenção e preparo das carnes

As carnes utilizadas na formulação das mortadelas eram provenientes de ovinos da raça Santa Inês. Foram utilizados seis cordeiros, com idade média de seis meses e uma ovelha com idade de, aproximadamente, cinco anos (dentição completa), fornecidos pelo DZO/UFLA. Previamente ao abate, os animais foram submetidos ao jejum e à dieta hídrica por 24 horas.

Em seguida, foram realizadas as etapas de atordoamento, sangria, esfolagem e evisceração das carcaças, que foram resfriadas a ± 4 °C, por 24 horas e desossadas, sendo os cortes embalados a vácuo e mantidos sob congelamento, a -18 °C.

Antes da elaboração das mortadelas, as carnes foram picadas, misturadas manualmente para homogeneizar os cortes dos animais, moídas em discos de 6 mm (moedor Beccaro, PB-22), pesadas separadamente em sacos plásticos de

polietileno na quantidade requerida para cada formulação (2 kg, conforme a Tabela 5) e codificadas de acordo com o tratamento e a repetição. No caso da carne de cordeiros, houve mistura das carnes dos seis animais para constituir a matéria-prima. Em seguida, foram armazenadas sob congelamento, à temperatura de -18 °C, até posterior utilização.

A carne mecanicamente separada (CMS) de frango foi obtida do frigorífico da Pif Paf Alimentos, no município de Visconde do Rio Branco, Minas Gerais. O bloco de CMS foi quebrado ainda congelado e a quantidade necessária para a elaboração das formulações de mortadela foi pesada em sacos plásticos e novamente armazenada sob congelamento, a -20 °C.

O toucinho suíno, adquirido no dia anterior ao processamento das mortadelas, no mercado local de Lavras, foi lavado e cortado em cubos de mais ou menos 5 cm, pesados na quantidade requerida por tratamento (Tabela 5), embalados em sacos plásticos de polietileno e armazenados sob refrigeração, a 2 ± 1 °C.

3.3 Elaboração das mortadelas

As mortadelas foram elaboradas segundo formulação básica (Tabela 5), constituídas de 80% de massa cárnea de ovino, com e sem CMS, e 20% de toucinho. Foram elaboradas seis formulações de mortadelas com substituição da carne ovina por CMS (0%, 30% e 60%), sendo três com carne de cordeiro (80%, 50% e 20%, respectivamente) e três com carne de ovelha (80%, 50% e 20%, respectivamente).

Tabela 5 Formulação básica utilizada para a elaboração das mortadelas

Ingredientes	Quantidades (g. kg ⁻¹) por tratamento					
	C80	C50	C20	O80	O50	O20
Carne de cordeiro	571,60	357,25	142,90	0	0	0
Carne de ovelha	0	0	0	571,6	357,25	142,90
Toucinho suíno	142,90	142,90	142,90	142,90	142,90	142,90
CMS	0	214,35	428,7	0	214,35	428,7
Água/gelo	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Fécula de mandioca	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Sal	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Polifosfatos (Fosmax I 320)*	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Sal de cura (Curamax C 374)*	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Eritorbato (Fixamax C 202)*	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Condimento para mortadela 913*	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000

*Produtos da New Max Industrial Ltda. (Americana, SP, Brasil)

C80, C50 e C20 = quantidade da carne de cordeiro (80%, 50% e 20%, respectivamente) e O80, O50 e O20 = quantidade de carne de ovelha (80%, 50% e 20%, respectivamente).

Na elaboração das mortadelas (Figura 2), as carnes resfriadas (0 °C), previamente moídas, foram levadas ao *cutter* de mesa (Jamar, modelo KJ-10), juntamente com o gelo picado em cubos. O uso de carne congelada é necessário para favorecer a formação da emulsão, evitando que a temperatura do *cutter* se eleve rapidamente. A cominuição foi iniciada e, o mais rápido possível (alta velocidade do *cutter*) e quando necessário, foi adicionada a CMS. Após rápida homogeneização (cutterização em baixa velocidade), foram adicionados, na ordem, o sal e o polifosfato, mantendo a cominuição por trinta segundos, para que os mesmos fossem incorporados à massa. Em intervalos de quinze segundos, foram adicionados o sal de cura, a fécula de mandioca, o condimento para mortadela e, por último, o eritorbato e o toucinho. O toucinho (gordura) também é adicionado congelado, em cubos, visando atender às preferências populares quanto à textura, à suculência e à maciez.

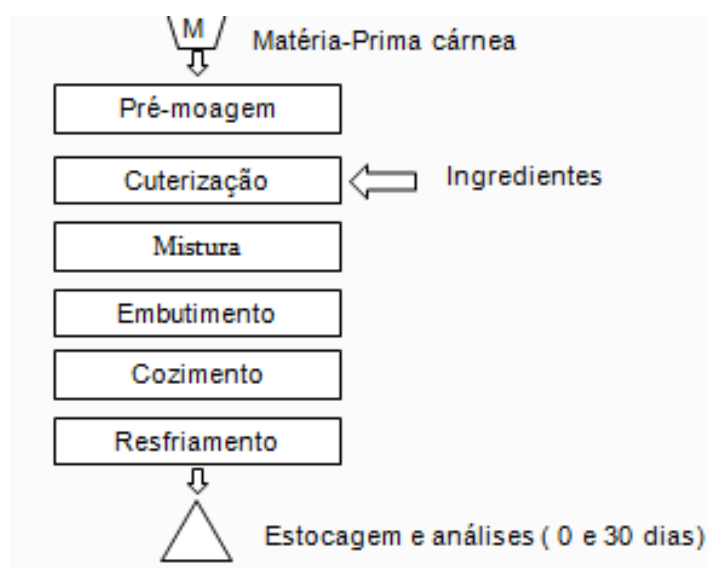


Figura 2 Fluxograma do processamento das mortadelas

A cominuição foi mantida até que a massa atingisse aproximadamente 7° C, temperatura esta controlada por um termopar marca (KT400).

Após o processamento, a massa foi retirada do cutter, embutida em tripa artificial de 67 mm de diâmetro (SCHUR[®]), utilizando-se uma embutideira manual tipo canhão (Picelli) acoplada com um funil de calibre 28 mm, de forma a obter mortadelas entre 300 e 400 g, e seladas com ajuda de um grampeador (MGE, modelo MLE-300). Para facilitar na identificação de cada formulação, após embalagem em envoltório de tripa artificial, as mortadelas foram codificadas e, então, cozidas em tacho aberto com água aquecida, de acordo com a seguinte programação: 55 °C/30 minutos; 65 °C/30 minutos; 75 °C/30 minutos; e 85 °C, até que a temperatura interna da massa atingisse 72 °C (controlada por termopar KT400). Imediatamente após o cozimento, aplicou-se o choque térmico, pela imersão das mortadelas em água e gelo (0 °C), por 10 minutos, armazenando-as, sob refrigeração (4 °C), para posterior análise.

3.4 Metodologia analítica

Para confirmar sua adequação às exigências da Instrução Normativa n°. 04, de 31 de março de 2000, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000), a CMS foi avaliada quanto à composição centesimal, ao teor de cálcio e ao índice de peróxido. A análise do mineral cálcio na CMS é importante porque informa a quantidade de ossos envolvidos no processo de moagem. Também foram avaliados o pH, o teor de pigmentos heme totais e o índice de TBAR.

A carne ovina foi avaliada quanto ao pH, à composição centesimal, ao índice de peróxido, ao teor de pigmentos heme totais e ao índice de TBAR.

A massa da emulsão cárnea, antes do cozimento, foi avaliada quanto ao pH, à estabilidade de emulsão e ao teor de proteínas solúveis em sal.

Os produtos elaborados foram armazenados a 4 °C e analisados nos tempos zero (no dia seguinte após o processamento) e 30 dias, quanto ao pH, à atividade de água, à oxidação lipídica (índices de peróxido e de TBARs), ao teor de pigmentos heme totais e pigmentos heme nitrosos, ao teor de nitrito residual, à cor e à textura objetiva.

No tempo zero, os produtos acabados foram, ainda, analisados quanto à composição centesimal, ao teor de cálcio e à análise sensorial.

3.4.1 Avaliação da composição centesimal

A composição centesimal foi avaliada em duplicata. Segundo metodologia oficial da Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2000), foram realizadas as seguintes determinações:

- a) teor de água total, pelo método de estufa a 105 °C;
- b) resíduo mineral fixo (cinzas), pelo uso de mufla a 550 °C;
- c) proteínas totais, pelo método de microkjeldahl, utilizando o fator de 6,25;
- d) extrato etéreo, pelo método de Soxhlet.

O conteúdo de carboidratos foi obtido pela diferença entre o total da amostra (100%) e os teores de proteínas, lipídeo, teor de água total e resíduo mineral fixo (cinzas).

3.4.2 Avaliação da estabilidade da emulsão da massa crua

A estabilidade de emulsão foi determinada, em triplicata, conforme método proposto por Hughes, Cofrades e Troy (1997), com pequenas

modificações. Aproximadamente 25 g da emulsão crua, recém-elaborada (Pa), foram colocados em tubo de centrifuga de polietileno de 50 mL e centrifugados (centrífuga Mettich, modelo Zentrifuger EBA21), por 1 minuto, a 3.000 g. Após a centrifugação, os tubos foram aquecidos em banho-maria, a 70 °C, por 30 minutos, resfriados em água corrente e novamente centrifugados, por 3 minutos, a 3000 g, quando foram vertidos, por 30 minutos, em cadinhos de porcelana previamente pesados (PCi), para que todo o sobrenadante fosse recolhido. A seguir, os cadinhos com exsudado (PC_{exs}) foram pesados e deixados secar em estufa, a 105 °C, por 12 horas (*overnight*) e, quando resfriados em dessecador, foram novamente pesados (PC_f).

A estabilidade da emulsão foi expressa pelo total de fluido exsudado (TEF) e pelo percentual de gordura e sólidos solúveis no exsudado (GE_{TEF}) em relação à massa de amostra, ou seja:

$$TEF (\%) = 100 \cdot \frac{(PC_{exs} - PC_i)}{Pa}$$

$$GE_{TEF}(\%) = 100 \cdot \frac{(PC_f - PC_i)}{(PC_{exs} - PC_i)}$$

3.4.3 Determinação do teor de proteínas solúveis em sal (SSP)

Para a determinação da concentração de proteínas solúveis em sal (*salt-soluble proteins* – SSP), foi utilizado o método descrito por Knipe, Olson e Rust (1985), com algumas modificações. Inicialmente, fez-se a extração de SSP, que consistiu em pesar 3 g de massa crua da mortadela, homogeneizar em 30 mL de solução de NaCl 0,6mol.L⁻¹ com pH 6,0 e centrifugar (Mettich, Zentrifuger EBA21), a 3.000 g, por 15 minutos. A concentração de proteínas no

sobrenadante foi quantificada pelo método de Biureto, utilizando-se a albumina sérica bovina (BSA, Sigma Chemical Co.) como padrão.

Toda a análise foi conduzida em triplicata, sendo o teor de SSP expresso em mg de proteína solúvel por g de amostra.

3.4.4 Análise do pH

Para a determinação do pH, cerca de 5 g da amostra refrigerada foram pesados e homogeneizados em 50 mL de água destilada. A medida do pH foi realizada utilizando-se um eletrodo combinado de vidro, acoplado a um pHmetro digital (Digimed DM20).

3.4.5 Determinação de Cálcio

A determinação de cálcio foi realizada no Laboratório de Espectrofotometria de Absorção Atômica, no DCS/UFLA, tendo sido utilizado o método de digestão úmida, descrito por Damin et al. (2007), para a determinação de metais vestigiais, com a ajuda de espectrofotômetro de absorção atômica.

Cerca de 0,5 g de amostra seca e desengordurada de cada formulação de mortadela e CMS, obtida do item 3.4.1, foram pesados em triplicata diretamente em tubos de vidro de 75 mL. Em seguida, colocaram-se 6 mL da mistura digestora de ácido nítrico e ácido perclórico (v/v 2:1), levando-se ao aquecimento em um bloco digestor com a seguinte programação: 50 °C, durante 15 minutos; 120 °C, por 30 minutos; 160 °C, até liberação de fumaça amarela e 210 °C, até volume final de $\pm 0,5$ mL. Após arrefecimento à temperatura ambiente, utilizando-se uma proveta com 15,5 mL de água destilada, o volume no tubo foi completado para 16 mL.

Foram tomadas alíquotas de 1 mL em balão de 50 mL, acrescentados 10 mL de solução de cloreto de estrôncio (SrCl_2), para isolar o cálcio de interferentes químicos e o volume completado para 50 mL com água destilada. Nas soluções minerais foram, então, analisados os teores de cálcio pela leitura da absorvância, a 422,67 nm, em espectrofotômetro de absorção atômica (Perkin Elmer AA-400). O resultado final foi expresso em mg de cálcio por kg de amostra.

3.4.6 Determinação da atividade de água (Aa)

A atividade de água do embutido foi avaliada em duplicata, utilizando-se um aparelho Aqualab[®], modelo CX2 (Decagon Devices, Inc., Washington, USA), por meio da determinação do ponto de orvalho, seguindo-se as orientações do fabricante.

3.4.7 Determinação do índice de peróxido

O índice de peróxido foi determinado segundo método PCA-FOX, descrito por Gay e Gebicki (2002) e Grau et al. (2000), com algumas modificações. As análises foram realizadas em duplicata.

Cerca de 6 g de CMS ou carne ovina ou mortadelas foram triturados em processador Turrax (Turratec Te102), com 25 mL de metanol refrigerado (-18 °C) por, aproximadamente, 30 segundos. O homogenato foi transferido para tubo centrífuga, lavando-se o frasco e o turrax com 5 mL de metanol, a -18 °C e centrifugado (centrífuga Mettich, Zentrifuger EBA21), por 3 minutos, a 1.400 g. Quando necessário, o sobrenadante foi recolhido em frasco âmbar e conservado refrigerado, a -4 °C, até a sua utilização.

Aliquotas de 100 e 200 μL do sobrenadante foram tomadas para tubos de ensaio contendo 200 μL de solução analítica (alaranjado de xilenol tetrassódico $2,5 \text{ mmol.L}^{-1}$; sulfato ferroso de amônio hexa-hidratado $2,5 \text{ mmol.L}^{-1}$) e completando-se o volume para 2 mL, com água destilada.

Os tubos de ensaio foram tampados e mantidos em incubação à temperatura ambiente (entre $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e $25 \text{ }^\circ\text{C}$), em ambiente escuro, por, aproximadamente, 30 minutos, quando foram lidas as absorvâncias a 560 nm ($A_{560\text{nm}}$) contra o branco.

O índice de peróxido (IP) foi obtido por meio da curva analítica de hidroperóxido cumeno (CHP), sendo os resultados expressos como miligramas de CHP por quilograma da amostra.

3.4.8 Avaliação da oxidação lipídica (TBARS)

A oxidação lipídica também foi avaliada pelo índice de TBARS (substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico), segundo o método de Raharjo, Sofos e Schmidt (1992), com pequenas modificações. Foram pesados 10 g de CMS ou carne ovina ou mortadelas, misturados a 40 mL de ácido tricloroacético 5% (TCA) e 1 mL de BHT (0,15%) e homogeneizados em Turrax (Turratec Te102), sendo esta suspensão filtrada em papel de filtro diretamente para um balão volumétrico e o volume completado para 50 mL, com solução de TCA 5%. Uma alíquota de 2 mL do filtrado foi acrescentado de 2 mL da solução de $0,08 \text{ g. mol}^{-1}$ de ácido tiobarbitúrico (TBA) e aquecido em banho-maria em ebulição, por 5 minutos. Depois, uma alíquota foi tomada para leitura da absorvância a 532nm.

Os valores de TBA foram expressos como miligramas de malonaldeído por quilograma (mg MDA/kg) da amostra, por meio de curva analítica, utilizando-se 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP).

3.4.9 Determinação do nitrito (NO_2^-) residual

Para a determinação do teor residual de nitritos em amostras de mortadela, recorreu-se ao método espectrofotométrico (973.31) da AOAC (2000).

Cerca de 10 g de amostra de mortadelas triturada em um béquer foram homogeneizados com 40 mL de água destilada, aquecida a 80 °C, em triturador tipo Turrax (Turratec Te102), sendo o homogenato transferido para um balão volumétrico de 500 mL.

Foram conduzidas lavagens sucessivas do béquer com água quente, até que o volume do balão atingisse 300 mL. O balão foi deixado em repouso, em banho-maria (80 °C), durante duas horas, sendo agitado ocasionalmente.

Após o repouso, o balão foi resfriado à temperatura ambiente, completando-se o volume com água destilada e filtrando-se em papel de filtro quantitativo. Uma alíquota do filtrado contendo entre 5 e 50 μg de nitrito de sódio (NaNO_2) foi adicionado de 2,5 mL de solução de sulfanilamida em ácido acético, em um frasco de 50 mL e homogeneizado em um agitador de amostras Norte Científica NA3600. Após cinco minutos, foram adicionados 2,5 mL do reagente N-(1-naftil)-etilenodiamino dicloro-hidrato e completando o volume com água destilada.

A solução foi agitada e mantida em repouso durante 15 minutos (para desenvolvimento da cor) e, depois, foi medida a absorvância a 540 nm.

Segundo este método, a determinação espectrofotométrica de nitritos em produtos cárneos baseia-se em reações de diazotação com cloreto de sulfanilamida e ligação com cloreto de N-(1-Naftil)-etilenodiamina para a obtenção de uma coloração avermelhada, seguida de medição fotométrica a um comprimento de onda (λ) de 540 nm.

A concentração de nitrito foi quantificada utilizando-se curva analítica de 5 µg a 50 µg do padrão NaNO₂, sendo os resultados expressos como miligramas de nitrito por quilograma de amostra.

3.4.10 Pigmentos heme totais (PHT)

O conteúdo de pigmentos heme totais foi determinado, em duplicata, pelo método espectrofotométrico da hematina ácida, proposto por Hornsey (1956), descrito por Ramos e Gomide (2007). Uma porção de 5 g da amostra triturada de CMS ou carne ovina ou mortadelas foi homogeneizada em triturador Turrax (Turratec Te102), por 30 segundos, em 25 mL de solução de extração de Hornsey, na proporção de 40:9:1 (acetona:água:HCL) e deixada em repouso por cerca de 1 hora, a 4 °C. O homogenato foi filtrado em papel-filtro Whatman n.1 e uma alíquota foi utilizada para leitura da absorvância a 640 nm (A_{640nm}), utilizando-se a solução de extração como branco.

O total de pigmentos heme (PHT) presentes na amostra, expresso em µg de hematina ácida por grama de amostra, foi obtido por meio da equação

$$PHT = A_{640nm} * 680$$

em que 680 é o fator proposto por Hornsey.

3.4.11 Pigmentos heme nitrosos (PHN)

O conteúdo de pigmentos heme nitrosos foi determinado, em duplicata, pelo método espectrofotométrico da hematina, proposto por Hornsey (1956), descrito por Ramos e Gomide (2007). Uma porção de 5 g de amostra de mortadela triturada foi homogeneizada em triturador Turrax, por 30 segundos,

em 25 mL de solução de extração de Hornsey, na proporção de 40:10 (acetona:água) e deixado em repouso por cerca de 5 minutos, a 4° C. O homogenato obtido foi centrifugado, por 15 minutos, a 3.000 g, em centrífuga (centrífuga Mettich, modelo Zentrifuger EBA21), sob refrigeração, a 4 °C. O sobrenadante foi filtrado e uma alíquota usada para leitura da absorvância a 540 nm (A_{540nm}), utilizando-se a solução de extração como branco.

O total de pigmentos heme nitrosos (PHN) presentes na amostra, expresso em µg de hematina por grama de amostra, foi obtido pela equação

$$PHT = A_{540nm} * 290$$

em que 290 é o fator proposto por Hornsey.

3.4.12 Determinação do grau de conversão de pigmentos heme em nitrosoemocromo

O percentual de conversão dos pigmentos heme totais a pigmentos nitrosos (nitrosomioglobina ou nitrosoemocromo) foi obtido por meio da equação (RAMOS; GOMIDE, 2007)

$$\% \text{Conversão} = 100 \times \frac{\text{concentração de PHN}}{\text{Concentração de PHT}}$$

3.4.13 Medida da cor objetiva

As medidas de cor objetiva foram realizadas em espectrofotômetro Minolta portátil, modelo CM-700d (Konica Minolta), segundo procedimento descrito por Ramos e Gomide (2007). O equipamento foi ajustado para operar

no sistema CIELAB, iluminante D65, ângulo de 10° para o observador e luz especular excluída.

As mortadelas foram partidas ao meio e a cor avaliada em seis diferentes pontos da superfície interna, anotando-se os valores médios de luminosidade (L^*), índice de vermelho (a^*) e índice de amarelo (b^*), para cada amostra.

Os índices de saturação (C^*), ângulo de tonalidade (h^*) e diferença global (ΔE^*) também foram calculados pelas seguintes fórmulas (RAMOS; GOMIDE, 2007):

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2};$$

$$h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*); \text{ e}$$

$$\Delta E^* = [(L^* - L^*_{ref})^2 + (a^* - a^*_{ref})^2 + (b^* - b^*_{ref})^2]^{1/2}, \text{ em que a mortadela controle (100\% carne ovina) foi usada como referência (ref).}$$

3.4.14 Avaliação da textura objetiva

Amostras de cada tratamento foram analisadas pelo teste de análise de perfil de textura (TPA), segundo procedimento descrito por Ramos e Gomide (2007) para produtos curados, sendo utilizado um texturômetro TA.XT-plus Texture Analyser (Stable Micro System), conectado a um computador equipado com o programa Texture Expert®.

Seis amostras (replicatas), cortadas em cubos de 1,0 cm de aresta, foram comprimidas duas vezes até 50% de seu tamanho, com um prato de compressão de 7,5 cm de diâmetro. Não houve tempo de repouso da amostra entre os dois ciclos de compressão. A curva de deformação com o tempo foi obtida a uma velocidade de compressão de 180 mm.minuto⁻¹ (3 mm.s⁻¹), a partir da qual foram gerados seis parâmetros de textura, segundo Ramos e Gomide (2007), que são: fraturabilidade (N), dureza (N), coesividade, adesividade (N.mm), flexibilidade

(mm) e mastigabilidade (N.mm). Também foi calculado o parâmetro flexibilidade (denominado flexibilidade B), proposto por Bourne (2002), descrito por Ramos e Gomide (2007), em que se considera a razão entre a distância para detecção do pico de deformação na segunda mordida pela distância da primeira mordida, com o objetivo de eliminar a necessidade de se ter amostras idênticas em tamanho e forma.

3.4.15 Análise sensorial das mortadelas

Obteve-se a aprovação no Sistema Nacional de Ética em Pesquisa (SISNEP), com número de protocolo CAAE 0023.0.461.000-11, sendo o estudo realizado conforme os preceitos da Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 1997).

3.4.15.1 Teste de aceitação

Foi montado, previamente, um painel envolvendo 19 provadores (6 homens e 13 mulheres), selecionados aleatoriamente no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da UFLA, aos quais foi perguntado se gostavam e ou tinham experiência em avaliar produtos cárneos. Foram levantados atributos (método de rede) com base na análise descritiva da “checagem de tudo o que é necessário” (*check all that apply*). A sessão ocorreu no Laboratório de Carnes e Derivados.

No dia da sessão, as amostras foram cortadas em pedaços homogêneos de 5 g, envolvidas em plástico filme e acondicionadas sob refrigeração (4 °C). Para abrir a discussão, o líder do painel solicitou a cada um dos provadores que apontassem as características que melhor descrevessem os produtos a serem avaliados, suas definições e como iriam provar cada amostra. No final, os termos

escolhidos para descrição consistiram em 17 atributos, dos quais 7 caracterizaram a aparência, 4 o sabor e 5 a textura, sendo **aparência**: cor vermelha (CV), cor rosa (CR), cor escura (CE), cor clara (CC), brilhoso (Br), uniforme (Um) e poroso (Por); **sabor**: sabor de frango (SF), sabor de carneiro (SC), sabor oxidado (SO) e sabor residual (SR) e **textura**: dura (Du), macia (Ma), suculento (Su), borrachento (Bor) e gorduroso (Gor).

Para a realização do teste de aceitação, utilizaram-se 53 julgadores não treinados, consumidores habituais de mortadelas, com idade entre 15 e 60 anos, dos quais 44 eram do sexo feminino e 9 do sexo masculino. O teste de aceitação foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do DCA/UFLA.

As seis amostras de mortadelas foram devidamente codificadas com números de três dígitos. As amostras (dois cubos retangulares de 1,5 x 2,0 cm cortados do centro das mortadelas de cada tratamento) foram servidas aos julgadores, à temperatura de refrigeração, em bandejas de plástico, acompanhadas de um copo com água e biscoitos tipo cream cracker sem sal, de forma sequencial (monádica), em cabines individuais com luz branca, em que cada julgador provou todas as amostras, em ordem de apresentação aleatória. Cada amostra de mortadela foi avaliada, por meio de escala hedônica de nove pontos, variando de 1 a 9, sendo 1 - desgostei extremamente até 9 - gostei extremamente, quanto aos atributos aparência, sabor, textura e impressão global. Os julgadores foram convidados a assinalar com a letra “x” os termos da CATA (*check all that apply*) que melhor descreviam as características mais apropriadas para as amostras de mortadela (Figura 3).

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Sexo: () Feminino () Masculino

Faixa etária: () 15 a 30 anos; () 31 a 45 anos; () 45 a 60 anos; () mais que 60 anos

Frequência de consumo de mortadela: () 1, uma vez ao mês; () 2 vezes ao mês;
() 1 vez por semana; () 2 vezes por semana; () todos os dias.

Avalie a amostra e indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou da aparência, do sabor, da textura e da impressão global.

ESCALA

9 – gostei extremamente
8 – gostei muito
7 – gostei moderadamente
6 – gostei ligeiramente
5 – nem gostei/nem desgostei
4 – desgostei ligeiramente
3 – desgostei moderadamente
2 – desgostei muito
1 – desgostei extremamente

Amostra nº: _____

Nota Aparência: ____	Nota Sabor: ____	Nota Textura: ____	Nota Impressão Global: ____
() cor vermelha (CV)	() sabor de frango (SF)	() dura (firme (Du))	
() cor rosa (CR)	() sabor de carneiro (SC)	() macia (Ma)	
() cor escura (CE)	() sabor oxidado (rançoso (SO))	() succulento (Su)	
() cor clara (CC)	() sabor residual (SR)	() borrachento (Bor)	
() brilhoso (Br)		() gorduroso (Gor)	
() uniforme (Um)			
() poroso (Por)			

Figura 3 Ficha de avaliação sensorial com escala hedônica e atributos CATA aplicados na caracterização das mortadelas

3.5 Análise estatística dos dados

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema de parcela subdividida, com a parcela constituída dos fatores carne (ovelha e cordeiro) e concentração de CMS (0%, 30% e 60%), disposto em um esquema fatorial 2x3 e, na subparcela, o efeito do tempo (0 e 30 dias) de armazenamento refrigerado a 4 °C. Os resultados obtidos nas análises foram compilados em planilhas eletrônicas e submetidos à análise de variância (ANOVA). Em caso de teste F significativo, os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Quando não foi analisado o efeito do tempo, utilizou-se um esquema fatorial 2x3, sendo os fatores o tipo de carne e a quantidade de CMS (0%, 30% e 60%) em substituição à carne ovina.

As análises estatísticas foram feitas utilizando-se o programa SAS System for Windows v.9.2, licenciado pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Os dados da aceitação sensorial das mortadelas foram submetidos à ANOVA e, em caso de teste F significativo, os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para análise de componentes principais e análise de fatores paralelos (PARAF), foram utilizados o modelo vetorial e o nível de significância de 0,25 de probabilidade, com ajuda do programa SensoMaker, versão 1.4 da MatLab®.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização das matérias-primas

Na Tabela 6 são ilustrados os valores médios da composição centesimal e das características físico-químicas das carnes e CMS utilizadas na elaboração das mortadelas.

Tabela 6 Características físico-químicas das carnes utilizadas no experimento

Determinações	Tipo de carne		
	Cordeiro	Ovelha	CMS
pH	5,63	5,51	6,89
Teor de água (%)	74,02	72,26	67,57
Proteína (%)	17,94	17,99	13,23
Gordura (%)	6,41	6,13	17,61
Cinzas (%)	0,43	0,42	0,58
Cálcio (% BS)	0,04	0,03	1,16
Carboidratos totais (%)	1,2	3,2	1,01
PHT (μg hematina.g ⁻¹)	256,7	270,8	171,5
IP (mg CHP.kg ⁻¹)	43,80	45,54	55,47
TBARS (mg MDA/kg)	1,28	0,67	0,47

BS = Base seca; PHT = pigmentos heme totais; IP = índice de peróxido; TBARS = substâncias reativas com ácido tiobarbitúrico; CMS = carne mecanicamente separada

Os valores do pH das carnes ovinas variou entre 5,51 e 5,63, o que pode ser devido à utilização de carnes de diferentes animais e cortes caracteristicamente diferentes. Resultados similares para a carne ovina foram encontrados por Gonçalves et al. (2004), Sañudo, Campo e Sierra (1997) e Wheeler e Koohmaraie (1999).

Para alguns autores, a carne ovina raramente apresenta problemas relacionados com pH, como a ocorrência de carne escura, seca e firme ou pálida,

suave e gotejante (GONÇALVES et al., 2004). A mínima variação registrada no pH de carne ovina explica-se pela capacidade de animais ovinos em se adaptar a condições ambientais adversas, adaptando-se a diferentes climas (SÓRIO, 2010), corroborando o relato de Pinheiro et al. (2009) sobre similaridade dos valores de pH e de capacidade de retenção de água entre carnes de animais ovinos jovens e adultos. Valores de pH da carne próximos de 6,00 são desejáveis para a elaboração de embutidos cárneos estáveis (GOMIDE, 1985).

Na CMS, foram observados valores de pH próximos da neutralidade (Tabela 6). Segundo Newman (1981), o elevado valor de pH da CMS pode ser devido à presença da medula e de fosfato de cálcio dos ossos.

A utilização de cortes diferenciados na avaliação da qualidade da matéria-prima cárnea (cordeiro e ovelha) torna difícil explicar as proximidades quanto aos teores de proteína e gordura. Entretanto, observou-se diminuição do conteúdo de água total na carne de ovelha. A raça Santa Inês deposita pouca gordura de marmorização (intramuscular) e, em razão desse efeito, é encontrada grande quantidade de gordura nas vísceras. Bonagurio et al. (2004) relataram que valores de composição centesimal da carne podem oscilar com a idade e o estado de acabamento do animal, resultando em diminuição das percentagens de proteína e água e elevação do teor de gordura na carne.

Quanto à composição química, a CMS apresentou os valores médios que se enquadram dentro dos limites exigidos, sendo o mínimo de proteína 12%, gordura de no máximo 30% e concentração de cálcio de, no máximo, 1,5%, na base seca (BRASIL, 2000). Estes resultados foram similares aos obtidos por Daros, Masson e Amico (2004).

Quanto ao teor de pigmentos heme total, a carne de ovelha apresentou valores médios superiores aos de cordeiro (Tabela 6). Gomide, Ramos e Fontes (2009) relataram que um aumento na síntese e na concentração de pigmentos heme (mioglobina) no músculo é observado nos animais de idade avançada,

sendo sua carne de coloração vermelha e escura. Todavia, a CMS utilizada na elaboração das mortadelas apresentou composição química inferior em pigmentos heme, quando comparada com a das carnes ovinas.

Os índices de oxidação lipídica (índice de peróxidos) registrados para as matérias-primas cárneas foram relativamente elevados para a CMS. O método PCA-FOX, utilizado para a determinação destes valores, ainda é pouco relatado na literatura. Em razão disso, é difícil de afirmar se o produto apresentou ou não problemas de oxidação, por meio deste parâmetro. Entretanto, o índice de TBARs foi maior na carne de cordeiro do que na carne de ovelha e na CMS. Cifuni et al. (1999), estudando as características da carcaça, composição de ácidos graxos e oxidação lipídica em cordeiros de 45 e 90 dias de idade ao abate, relataram que os índices de TBARs e de ácidos graxos insaturados diminuíram com o aumento da idade. Resultado similar foi encontrado por Kowale et al. (1996). Segundo Allen e Foegeding (1981, citados por CIFUNI et al., 1999), a oxidação lipídica tende a aumentar em função do perfil de ácidos graxos disponíveis, sendo crescente para alto grau de insaturação dos ácidos graxos.

4.2 Características tecnológicas da emulsão crua

4.2.1 Determinação do pH da massa crua

Não foi observado efeito significativo da interação ($p > 0,05$) entre os tratamentos (tipo de carne ovina e níveis de substituição por CMS). O valor médio do pH da emulsão cárnea das mortadelas formuladas com a carne ovina (cordeiro ou ovelha) foi igual $6,32 \pm 0,25$, sendo independente da incorporação da carne mecanicamente separada. Thomsen e Zeuthen (1988) registraram valores do pH da carne crua entre 5,30 e 5,55, com variação de 5,40 e 5,70 na massa crua de salsichas processadas, utilizando diferentes níveis de CMS em substituição à carne suína. O pH da CMS utilizada foi de 6,40 e a substituição de

10% de carne por CMS resultou em uma elevação nos valores de pH da mistura final.

De acordo com Gomide (1985), Satterlee, Free e Levin (1973) e Swift e Sulzbacher (1963), o pH atua sobre o ponto isoelétrico das proteínas da emulsão, influenciando a sua capacidade e a facilidade de formar a matriz proteica do glóbulo de gordura e na extração das proteínas miofibrilares. Portanto, maior quantidade de proteínas miofibrilares é extraída quando se eleva o pH, o que, segundo Gomide (1985), permite a formação de emulsões mais estáveis.

4.2.2 Proteínas solúveis em sal

Não houve efeito da interação significativa ($p>0,05$) entre o tipo de carne (cordeiro ou ovelha) e as quantidades de CMS (0%, 30% e 60%) utilizadas em substituição à carne ovina nas formulações para o teor de proteínas solúveis em sal (SSP). Também não foi observada diferença significativa ($p>0,05$) entre as concentrações de carnes utilizadas nas formulações, apresentando teor médio de $132,24\pm 41,11$ mg. g^{-1} de mortadela.

Entretanto, houve diferença significativa ($p<0,05$) para o fator tipo de carne, tendo a carne de ovelha apresentado maiores valores ($154,54\pm 43,45$ mg. g^{-1}) que as formulações com carne de cordeiro ($109,95\pm 24,17$ mg. g^{-1}). Esta diferença pode ser explicada pela alta funcionalidade biológica das proteínas miofibrilares das carnes de ovelhas.

Silva et al. (2000) relataram que quanto maior o teor proteínas miofibrilares (solúveis em sal) nas carnes, melhores serão a capacidade de retenção de água e a capacidade de emulsificação da gordura. Uma vez que, na avaliação da SSP na massa emulsionada, são extraídas somente as proteínas que não sofreram desnaturação durante o processamento, maiores valores de SSP implicam em melhor estabilidade de emulsão. Assim, pode-se observar que as

proteínas da carne de cordeiro sofreram maior desnaturação durante a “cutterização” do que as da carne de ovelhas. Segundo Madruga et al. (1999), as carnes destes animais são ideais para uso na elaboração de embutidos, pois, embora possuam menos proteínas solúveis em sal que animais mais jovens, a capacidade de emulsificação destas proteínas é maior e mais eficiente, motivo pelo qual estes autores não observaram diferenças na capacidade emulsionante de carnes de animais de diferentes idades. Da mesma forma, as formulações não tiveram a estabilidade da massa crua afetada pelo tipo de carne.

4.2.3 Estabilidade de emulsão (EE)

Não houve efeito significativo ($p>0,05$) da interação entre o tipo de carne e os níveis de substituição da carne ovina por 0%, 30% e 60% de CMS para a estabilidade de emulsão, sendo que os teores de fluidos totais exsudados (TEF) e de gordura no exsudado (GE_{TEF}) dos tratamentos não diferiram ($p>0,05$) entre si. Também não foi observada diferença significativa ($p>0,05$) para o efeito individual do tipo de carne ou do nível de substituição de carne pela CMS de frango. Com isso, pode-se afirmar que a estabilidade da emulsão cárnea dos produtos elaborados não foi influenciada pelo tipo de carne ou níveis de substituição da carne ovina pela CMS nas formulações de mortadelas, apresentando, na massa crua, valores médios de $0,71\pm 0,68\%$ de fluidos exsudados, dos quais $0,43\pm 0,19\%$ eram de gordura. Estes valores estão de acordo com os de outras mortadelas tradicionais (HERRERO et al., 2008).

O pH da carne ou da emulsão antes do processamento térmico constitui fator limitante para a estabilidade dos sistemas cárneos, sendo possível formar sistemas mais estáveis em pH superior a 6,00 (GOMIDE, 1985), o que foi observado nas condições do presente trabalho para os tratamentos com carnes de cordeiro e de ovelha.

4.3 Características físico-químicas das mortadelas

4.3.1 Composição centesimal

Não foi observada interação significativa ($p > 0,05$) entre os fatores tipo de carne ovina e quantidade de carne ovina substituída pela CMS (0%, 30% e 60%), para qualquer fator de estudo da composição centesimal. Entretanto, os teores de umidade das formulações diminuíram ($p < 0,05$) quando a CMS foi adicionada em substituição gradual da carne ovina (Tabela 7), o que resultou no aumento ($p < 0,05$) dos teores de gordura, embora as formulações contendo CMS não tenham diferido entre si para estes componentes.

Tabela 7 Médias (desvio padrão) da composição centesimal de mortadelas formuladas com diferentes quantidades de CMS (0%, 30% e 60%) em substituição à carne ovina

Composição (g/100 g)	Quantidade de CMS (g/100 g)		
	0	30	60
Água	66,41a (3,28)	63,92ab (1,47)	62,81b (0,62)
Gordura	13,88b (2,00)	16,68a (1,80)	17,79a (1,19)
Proteína	12,85a (0,24)	11,28b (0,65)	10,46c (0,49)
Cálcio (BS)	0,04c (<0,01)	0,15b (0,02)	0,27a (0,03)

BS = Base seca; CMS = carne mecanicamente separada

Médias seguidas de diferentes letras na linha diferem, pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

O teor de proteína também diminuiu significativamente ($p < 0,05$) e gradativamente, à medida que a carne ovina foi substituída pela CMS, o que pode ser explicado pelos menores teores de proteína observados na CMS (Tabela 6). Da mesma forma, por possuir maiores teores de cálcio, a utilização de maiores quantidades de CMS aumentou ($p < 0,05$) o teor deste mineral nas mortadelas elaboradas.

Quanto ao tipo de carne, apenas o teor de gordura foi afetado ($p < 0,05$) pelo tipo de carne, tendo formulações da carne de ovelha apresentado maior teor lipídico ($17,16 \pm 2,20$ g/100 g) do que as de cordeiro ($15,08 \pm 2,06$ g/100g). Já para a porcentagem das cinzas, não houve influência significativa ($p > 0,05$) de nenhum dos fatores, tendo teor médio igual a $3,29 \pm 1,11$ g/100 g.

As amostras de mortadela apresentaram composição química aceitável pela legislação brasileira (BRASIL, 2000), que preconiza valores de gordura inferiores a 30%, máximo de 65% para teor de água e máximo de 0,9% do teor de cálcio em base seca. Entretanto, o mínimo de 12% do teor de proteína não foi observado para as mortadelas formuladas com substituição acima de 50% da carne por CMS nas condições deste trabalho. Em casos similares, seria recomendável a incorporação de proteínas agregadas (proteínas não cárneas), como caseinatos, leite em pó desnatado, isolatos proteicos e proteínas texturizadas de soja, até máximo de 4%, conforme limites máximos prescritos na legislação brasileira (BRASIL, 2000), como proteína agregada.

4.3.2 Análise do pH das mortadelas

Não houve efeito significativo da interação tripla na subparcela ($p > 0,05$) entre as variáveis tipo de carne ovina, quantidade de CMS (0%, 30% e 60%) em substituição da carne ovina na formulação e no tempo de armazenamento, para os valores de pH encontrados neste trabalho. Também não houve efeito ($p > 0,05$) dos fatores tempo, tipo de carne e quantidade de CMS isolados, com as mortadelas apresentando valores médios de $6,46 \pm 0,16$.

Os valores do pH encontrados neste trabalho foram inferiores aos relatados por Meireles et al. (2009) para mortadelas caprinas elaboradas com carne de animais de descarte, porém, próximos aos observados por Mélo et al.

(2011), para embutidos cárneos formulados de carne mecanicamente separada de tilápia-do-nilo.

Os valores de pH das mortadelas neste estudo estão próximos aos encontrados por Herrero et al. (2008), para as mortadelas tradicionais (formuladas com carne suína e bovina), que apresentaram pH de 6,76.

Pereira et al. (2011) e Thomsen e Zeuthen (1988) relataram ter ocorrido aumento significativo no valor de pH ao adicionar CMS na formulação de mortadelas de carne suína, atribuindo a este aumento o fato de o pH da CMS ser elevado (6,40), quando comparado com o de carne suína (5,80). De acordo com LANARA, o pH de mortadelas deve ser na faixa de neutralidade, 7,0 (BRASIL, 1989). Lawrie (1985) relatou que maioria dos micro-organismos cresce em pH próximo de 7,0. Este fato, associado à elevada atividade de água em embutidos cárneos, coloca a mortadela entre os produtos de rápida deterioração, exigindo condições de conservação controladas.

4.3.3 Atividade de água das mortadelas

Não foi observado qualquer efeito de interação ($p > 0,05$) entre os efeitos das variáveis em estudo, tanto na parcela quanto na subparcela, para a atividade de água (Aa). Também não foram observados efeitos significativos ($p > 0,05$) do tipo de carne e da quantidade de carne ovina nas formulações. Estes resultados foram similares aos encontrados por Meireles et al. (2009) em mortadelas elaboradas com carne caprina, bovina e de aves, os quais concluíram que produtos de carne caprina de animais adultos apresentam características físicas similares às dos confeccionados com carne bovina e de aves. Pereira et al. (2011) também relataram não ter observado diferença significativa dos valores da atividade de água em mortadelas formuladas com diferentes níveis de CMS de ave e carne suína.

Foi verificado aumento significativo ($p < 0,05$) da Aa durante tempo de armazenamento refrigerado ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$) das mortadelas, apresentando valores médios iguais a $0,96 \pm 0,005$, no tempo zero (24 horas de estocagem) e $0,97 \pm 0,001$, no tempo de 30 dias.

4.3.4 Oxidação lipídica

4.3.4.1 Análise do índice de peróxidos

Houve efeito da interação significativa ($p < 0,05$) do tipo de carne e do tempo de armazenamento refrigerado ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$), para as amostras de mortadelas. As mortadelas formuladas com carne de ovelha apresentaram maior valor ($p < 0,05$) de índice de peróxido no tempo zero, quando comparadas com as de carne de cordeiro (Tabela 8). Este resultado pode ser explicado pelo fato de a carne de ovelha apresentar maior teor de gordura em relação à carne de cordeiro, que apresentou proporção deste componente centesimal. Entretanto, estas diferenças não foram observadas após 30 dias de armazenamento refrigerado a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Em geral, a variação do nível de peróxidos ao longo do tempo ocorre de forma gaussiana, devido à degradação dos peróxidos formados (ARAÚJO, 2004). Devido a isso, alguns autores (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999) relataram que esta redução não constitui uma garantia de boa estabilidade oxidativa.

Tabela 8 Médias (desvios padrões) do índice de peróxidos (mg CHP/kg) das amostras de mortadelas formuladas com diferentes quantidades de carne mecanicamente separada (0%, 30% e 60%) em substituição à carne ovina

Tipo de carne	Tempo de armazenamento (dias)	
	0	30
Ovelha	88,30 Ab (4,38)	40,49 Ba (9,06)
Cordeiro	80,44 Ab (14,43)	46,62Ba (11,94)

Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem, pelo teste *t*, a 5% de probabilidade.

A concentração de CMS adicionada em substituição da carne ovina causou aumento ($p < 0,05$) do índice de peroxidação lipídica. De forma geral, as formulações controle (sem CMS) apresentaram baixa oxidação lipídica, que aumentou à medida que maiores quantidade de CMS foram adicionadas (Tabela 9). Este fato pode ser explicado pela maior quantidade de lipídeos na CMS (Tabela 6), presença de lipídeos mais insaturados e possíveis agentes pró-oxidantes na CMS (NEWMAN, 1981).

Tabela 9 Médias (desvios padrões) do índice de peróxidos (IP) das amostras de mortadelas formuladas com diferentes quantidades de CMS (carne mecanicamente separada) em substituição à carne ovina

CMS (%)	IP (mg CHP.kg ⁻¹)
60	72,58a (21,00)
30	63,17ab (21,37)
0	56,14b (27,20)

Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

4.3.4.2 Análise do índice de TBARS

Não foi observada interação significativa ($p > 0,05$) entre os fatores em estudo, tanto na parcela quanto na subparcela, para os índices de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, ou TBARS. Entretanto, os tratamentos foram

afetados ($p < 0,05$) pela substituição da carne ovina por CMS, sendo observado aumento do índice de TBARS (Tabela 10). Da mesma forma que o índice de peróxido, o aumento os níveis de oxidação lipídica das mortadelas pode ser devido ao maior teor de CMS e a elevados níveis de ferro heme e de ácidos graxos poli-insaturados na CMS (FIELD, 1988; NEWMAN, 1981).

Tabela 10 Médias (desvios padrões) dos índices de substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico (TBARS), em mg. Kg⁻¹ de MDA nas mortadelas formuladas com diferentes quantidades de CMS (carne mecanicamente separada) em substituição à carne ovina

CMS (%)	TBARS (mg. Kg ⁻¹)
60	0,63a (0,20)
30	0,65a (0,29)
0	0,46b (0,23)

Médias seguidas por letras diferentes diferem, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

O tempo de armazenamento não afetou ($p > 0,05$) o valor de TBARS das amostras de mortadelas, apresentando valor médio de $0,53 \pm 0,22$ mg. kg⁻¹ de MDA, durante o período de análise. Essa tendência não foi observada por outros pesquisadores, tanto em mortadelas (ABDULLAH, 2004; DUTRA, 2009) como em amostras de CMS (MIELNIK; AABY; SKREDE, 2002; TUBOLY et al., 2003), que relataram aumento ($p < 0,05$) dos índices de substâncias reativas com o TBA, ao longo do tempo de armazenamento. Entretanto, nas condições deste trabalho, o resultado obtido quanto à estabilidade oxidativa das mortadelas pode ser devido às condições de conservação à baixa temperatura (4 °C), associadas à adição de agentes com propriedades antioxidantes, como o eritorbato e o próprio nitrito, o que corrobora a observação de Al-Shuibi e Al-Abdullah (2002) de menores valores de TBARS em mortadelas armazenadas a 4 °C, quando comparadas às armazenadas a 25 °C. Em muitos casos, os valores de TBARS

podem ser alterados devido à interferência de vários compostos que absorvem luz em comprimentos de onda de 530-532 nm (RAHARJO; SOFOS, 1992).

Addis (1986), comparando os métodos de HPLC e de TBARS na quantificação de malonaldeído em produtos alimentares, relatou que o método de TBARS tem superestimado os valores por influência de várias substâncias que são capazes de reagir com o malonaldeído, tais como a bilirrubina (principal produto do metabolismo do heme da hemoglobina), o ácido siálico (abundante em seres eucarióticos) e certas substâncias solúveis em água. Também, a reação de TBARS sofre interferência de alfa-2,4-dienais (GRAY; MONAHAN, 1992), que reage com o TBA, formando um produto de cor vermelha, que é absorvido em comprimentos de onda de 532 nm.

Devido à possibilidade de existirem esses interferentes na análise de TBARS, sugere-se que este índice seja utilizado para avaliar as mudanças oxidativas decorrentes do tempo de armazenamento, o que, no presente experimento, não foi significativo. Dessa forma, os resultados obtidos neste trabalho tornam evidente que não houve superestimação dos valores devido à atividade desses interferentes.

4.3.5 Concentração de nitrito residual

Não houve efeito da interação tripla ($p > 0,05$) dos tratamentos (tipo de carne, concentração de CMS e tempo de armazenamento) das mortadelas sobre os teores de nitrito residual. Entretanto, o teor de nitrito residual aumentou ($p < 0,05$) em função da substituição da carne ovina por CMS adicionada na formulação (Tabela 11).

Tabela 11 Médias (desvios padrões) do teor de nitrito residual (NO₂R) nas amostras de mortadelas elaboradas com diferentes quantidades de CMS (carne mecanicamente separada) em substituição à carne ovina

CMS (%)	NO ₂ R (mg/Kg)
60	58,75a (25,37)
30	40,32b (19,25)
0	22,27b (14,59)

Médias seguidas por letras diferentes diferem, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

O nível residual do nitrito corresponde à quantidade de nitrito que não reagiu com a mioglobina e outros componentes, podendo ser avaliado em produtos cárneos. Sendo assim, nas condições deste trabalho, o elevado teor de nitrito residual nas amostras adicionadas de CMS acima de 30% (50% de carne ovina) pode ser devido ao fato de apresentarem menor teor de pigmentos heme (Tabela 6), tendo em conta que o íon nitrito possui grande reatividade com estes pigmentos da carne (BLOUKAS; ARVANITTOYANNIS; SIOPI, 1999; OLIVO, 2006; RAMOS; GOMIDE, 2007), permitindo a sua participação no desenvolvimento da cor em produtos curados.

Durante o tempo de armazenamento, também foi verificada redução ($p < 0,05$) do teor de nitrito residual de $56,63 \pm 22,44$ ppm para $24,26 \pm 14,34$ ppm, após trinta dias de estocagem. De acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 1998), a quantidade permitida de nitrito residual em produtos cárneos é de, no máximo, 150 ppm, valor muito acima dos observados. Segundo Cassens (1997), valores mínimos de 5 a 15 ppm de nitrito residual são razoáveis para garantir a estabilidade em produtos cárneos curados, especialmente contra a multiplicação do *Clostridium botulinum*.

A redução de valores de nitrito residual ao longo do tempo é amplamente reportada na literatura. Dutra et al. (2011), analisando mortadelas submetidas a diferentes doses de radiação, observaram que o teor de nitrito

residual reduziu significativamente após 12 e 27 dias, porém, estes autores não observaram diferenças no teor de nitrito até aos 69 dias de estocagem das mortadelas (irradiadas e não irradiadas).

4.3.6 Concentração de pigmentos heme totais (PHT) e nitrosos (PHN)

Houve efeito da interação significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos (tipo de carne e redução da quantidade da carne ovina) para a concentração dos pigmentos totais e pigmentos nitrosos. Embora tenha sido observado efeito da reciprocidade entre o tipo de carne e os níveis de CMS incorporados em substituição à carne ovina nas formulações, diferenças insignificantes ($p > 0,05$) foram encontradas quanto aos pigmentos totais, nas amostras de mortadelas formuladas com a carne de cordeiro, $78,37 \pm 13,73 \mu\text{g. g}^{-1}$ de hematina e pigmentos nitrosos, $61,35 \pm 13,82 \mu\text{g. g}^{-1}$ de nitrosoemocromo nas mortadelas formuladas com carne de ovelha.

Efeito significativo ($p < 0,05$) foi inversamente observado (Tabela 12) para pigmentos totais e nitrosos, quando se utilizaram a carne de cordeiro e a carne de ovelha, respectivamente. A redução gradual do teor de pigmentos totais (PHT), na medida em que a carne de ovelha foi substituída pela CMS, pode ser devido ao menor teor de pigmentos heme na CMS e, em parte, à oxidação das proteínas (heme pigmentos) presentes nas mortadelas de carne de ovelha.

Tabela 12 Médias (desvios padrões) do teor de pigmentos totais (PHT) e pigmentos nitrosos (PHN), em $\mu\text{g/g}$, nas mortadelas formuladas com diferentes quantidades de CMS (carne mecanicamente separada) em substituição à carne ovina

CMS (%)	Ovelha		Cordeiro	
	PHT	PHN	PHT	PHN
0	133,03a (1,62)	67,67a 11,43)a	70,38a (10,95)	30,88b (10,67)
30	112,20ab (23,16)	63,38 (17,28)a	78,96a (13,58)	34,92ab (14,10)
60	100,47b (15,16)	53,01 (10,91)	85,76a (15,12)	43,85a (9,41)

Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Nas formulações com a carne de cordeiro não foram observadas variações significativas no teor de pigmentos heme, o que pode ser explicado pelo fato de o índice de pigmentos total na carne de cordeiro ($256,7 \mu\text{g/g}$) ser próximo ao índice de pigmentos total na CMS ($171,5 \mu\text{g/g}$), embora a diferença para a ovelha não tenha sido muito grande.

No entanto, os pigmentos nitrosos nas mortadelas elaboradas com a carne de cordeiro aumentaram ($p < 0,05$) proporcionalmente com os níveis da CMS incorporada (Tabela 12), levando ao aumento do teor médio de nitrito residual e da concentração de nitrosos-pigmentos, porém, na mortadela da carne de ovelha a concentração de nitrosos-pigmentos não teve o mesmo efeito (variação não significativa).

Não houve efeito de interação significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos quanto à porcentagem de conversão dos pigmentos totais em pigmentos nitrosos. Todas as formulações apresentaram $49,85 \pm 11,13\%$ de pigmentos nitrosos formados da reação dos pigmentos heme totais com o nitrito adicionado no processo de cura. Portanto, a extensão das reações de conversão foi similar para as diferentes formulações de mortadelas elaboradas com carne de cordeiro e de ovelha, adicionadas de diferentes concentrações de CMS.

O tempo de armazenamento reduziu significativamente ($p < 0,05$) os teores de pigmentos totais e nitrosos, bem como a porcentagem de conversão de pigmentos totais em pigmentos nitrosos (Tabela 13).

Tabela 13 Médias (desvios padrões) dos teores de pigmentos totais (PHT) e nitrosos (PHN) e porcentagem de conversão nas mortadelas formuladas com diferentes quantidades de CMS (carne mecanicamente separada) em substituição à carne ovina, analisadas em diferentes tempos de estocagem refrigerada a 4 °C

Tempo (dias)	Teor de pigmentos ($\mu\text{g/g}$)		%Conversão
	PHT	PHN	
0	104,66a (26,80)	58,06a (15,59)	56,09a (9,38)
30	88,94b (22,80)	39,85b (15,61)	43,61b (9,27)

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

O percentual de conversão indica a quantidade de pigmentos nitrosos formados, ou seja, quanto maior for o percentual de conversão, maior será o índice de cor vermelha no produto. Porém, no presente trabalho, não foram detectadas diferenças deste parâmetro de cor ao longo do tempo de armazenamento das mortadelas. Nenhum trabalho foi encontrado para explicar este fato.

4.3.7 Determinação de cor objetiva

Nenhum índice de cor apresentou efeito de interação significativa ($p > 0,05$), tanto na parcela quanto na subparcela. Também não foram afetados ($p > 0,05$) pela substituição de carne ovina por CMS e pelo tempo de armazenamento refrigerado, apresentando os seguintes valores médios para: luminosidade (L^*) de $58,69 \pm 2,26$; índice de vermelho (a^*) de $11,89 \pm 1,97$; índice de amarelo (b^*) de $12,34 \pm 0,82$; índice de saturação (C^*) de $17,17 \pm 1,81$ e ângulo de tonalidade (h^*) de $46,33 \pm 3,54$.

Pereira et al. (2011) observaram que a utilização de CMS na formulação de salsichas à base de carne bovina e suína resultou em maiores valores a^* e C^* , sendo este efeito atribuído, pelos autores, ao fato de a CMS conter elevado teor de pigmentos heme presentes na medula óssea, durante o processo mecânico de trituração. Entretanto, a substituição da carne ovina por CMS, neste trabalho, não afetou ($p > 0,05$) a coloração das amostras de mortadelas elaboradas, devendo-se as diferenças apenas à quantidade de pigmentos presentes para os diferentes tipos de carne utilizados no estudo. Assim, os valores de L^* , a^* , C^* e h^* foram afetados ($p < 0,05$) pelo tipo de carne (Tabela 14), exceto os valores de b^* ($12,33 \pm 0,96$).

Tabela 14 Médias (desvios padrões) dos índices de cor objetiva das mortadelas formuladas com carne ovina (cordeiro ou ovelha)

Índices de cor	Tipo de carne	
	Cordeiro	Ovelha
L^*	60,18A (1,62)	57,22B (1,79)
a^*	10,65B (1,06)	13,14A (1,90)
b^*	12,02A (0,87)	12,65A (0,66)
C^*	16,08B (1,19)	18,27A (1,68)
h^*	48,51A (2,25)	44,16B (3,27)

L^* = luminosidade; a^* = índice de vermelho; b^* = índice de amarelo; C^* = saturação; e h^* = ângulo de tonalidade

Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

De forma geral, as mortadelas contendo carne de ovelha foram mais escuras (menores valores de L^*) e com tonalidade mais vermelha (maiores a^*). Acredita-se que a idade de abate de ovinos tenha influência sobre a luminosidade das carnes de todos os músculos (PINHEIRO et al., 2009), ficando estas mais escuras à medida que o animal envelhece, devido ao maior teor de pigmentos heme (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2009; RAMOS; GOMIDE, 2007). Shahidi e Pegg (1995) reportaram que aumento no conteúdo de mioglobina da carne causa diminuição de L^* e h^* e correspondente aumento de

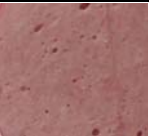






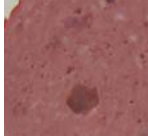



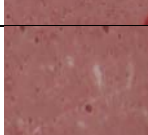
valores de a^* . Por isso, maiores teores de pigmentos heme também explicam os maiores valores de C^* nas mortadelas elaboradas com carne de ovelhas.

Durante o tempo de armazenamento refrigerado a 4 °C, todas as amostras de mortadela apresentaram diferença de cor pouco perceptível ou percepção clara (ΔE^* entre 0,5 a 3,0) em relação ao controle (Tabela 15), exceto a mortadela de cordeiro, com 60% de CMS, que apresentou uma diferença global de percepção muito clara após 30 dias de vida útil ($\Delta E^* > 3,0$). Segundo Ramos e Gomide (2007), diferenças globais (ΔE^*) menores que 3,0 não podem ser facilmente detectáveis pelo olho humano.

Tabela 15 Diferença global de cor (ΔE^*) das mortadelas elaboradas com carne ovina (cordeiro ou ovelha) comparadas com o controle, nos diferentes tempos de armazenamento, sob refrigeração a 4 °C

Tempo (dias)	Cordeiro		Ovelha	
	$\Delta E^*(50)$	$\Delta E^*(20)$	$\Delta E^*(50)$	$\Delta E^*(20)$
0	1,4	0,78	2,65	0,90
30	1,24	3,27	1,49	1,82

A figura 4 a variação dos parâmetros de cor objetiva das mortadelas elaboradas com diferentes quantidades de carne mecanicamente separada (CMS) utilizada nas formulações em substituição da carne ovina (cordeiro ou ovelha).

Tempo 0 (1 dia após o processamento)					
C80		L*=60,87 a*=10,00 b*=11,12	O80		L*=52,47 a*=14,73 b*=12,21
C50		L*=61,96 a*=10,58 b*=13,31	O50		L*=56,69 a*=12,43 b*=12,74
C20		L*=59,12 a*=11,09 b*=13,01	O20		L*=56,23 a*=12,53 b*=12,97
Tempo 30 dias (após processamento)					
C80		L*=62,79 a*=9,71 b*=11,79	O80		L*=55,94 a*=14,17 b*=12,53
C50		L*=62,53 a*=10,32 b*=12,98	O50		L*=58,28 a*=12,66 b*=13,34
C20		L*=60,02 a*=11,15 b*=13,29	O20		L*=57,77 a*=11,70 b*=13,00

C80, C50 e C20 = quantidade da carne de cordeiro (80%, 50% e 20%, respectivamente) e O80, O50 e O20 = quantidade de carne de ovelha (80%, 50% e 20%, respectivamente)

Figura 4 Fotografias e valores de L*, a* e b* das mortadelas formuladas com diferentes quantidades de CMS (carne mecanicamente separada), em substituição à carne ovina, em diferentes tempos de armazenamento refrigerado

Embora não tenham sido encontrados trabalhos em que haja relatos do efeito da utilização da CMS ou de diferentes tipos de carne sobre a diferença global de cor mensurada instrumentalmente, pode-se afirmar que essa medida

apresenta estrita relação com vários estudos de diferenças globais de cor obtidos em estudos sensoriais.

4.3.8 Avaliação do perfil de textura objetiva

Não foram detectados picos de fratura nas análises de textura objetiva dos produtos elaborados, o que está de acordo com as observações de Ramos e Gomide (2007) de que, nos testes de TPA em produtos cárneos curados, valores de compressão entre 25% e 50% podem não conduzir a amostra à fratura.

Houve efeito da interação ($p < 0,05$) entre os níveis de carne da formulação e o tempo de armazenamento para os índices de dureza e mastigabilidade. Na decomposição e análise do fator tempo dentro de cada concentração, foi observada significância ($p < 0,05$) da dureza e da mastigabilidade das amostras controle e diferença não significativa ($p > 0,05$) entre as amostras teste, tendo maiores valores ($p < 0,05$) para formulações com 80% de carne de ovina (Tabela 16). Isso indica que a utilização de até 30% de CMS (50% de carne ovina) nas mortadelas não provoca alterações significativas nestes parâmetros de textura.

Tabela 16 Médias (desvios padrões) dos parâmetros dureza e mastigabilidade das mortadelas formuladas com diferentes quantidades de CMS (carne mecanicamente separada), em substituição à carne ovina

CMS (%)	Dureza (N)		Mastigabilidade (N.mm)	
	1º dia	após 30 dias	1º dia	após 30 dias
0	17,99Ba (1,76)	23,10Aa (2,45)	62,42Ba (7,64)	83,12Aa (8,09)
30	16,89Ab (1,96)	15,97Ab (1,38)	62,68Aa (7,84)	60,13Ab (6,35)
60	12,62Ab (0,34)	13,80Ab (0,92)	45,42Ab (5,01)	53,08Ab (4,05)

Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada parâmetro de textura, não diferem, pelos testes de *t* e Tukey, a 5% de probabilidade, respectivamente

A redução da dureza com utilização da CMS na salsicha de carne bovina e suína foi observada por Pereira et al. (2011). Resultados similares também foram encontrados por Daros, Masson e Amico (2004), ao constatarem que a utilização de CMS de até 60%, em substituição à carne bovina e suína na elaboração de mortadelas, não causou perda significativa das características de resistência à compressão das mortadelas. Segundo estes autores, a substituição moderada de carne por CMS resulta em maior produção de tensão e módulo de elasticidade, enquanto que, em concentrações mais elevadas de CMS, a textura torna-se muito macia.

Não foi observado efeito significativo da interação ($p > 0,05$) para os parâmetros de coesividade, adesividade e flexibilidade. O tipo de carne (cordeiro ou ovelha), os níveis de substituição pela CMS na elaboração das mortadelas e o tempo de armazenamento também não influenciaram a coesividade e a flexibilidade, cujos valores médios foram $0,71 \pm 0,02$ mm e $5,18 \pm 0,34$ mm, respectivamente. Entretanto, para a flexibilidade B, proposta por Bourne (2002) com o objetivo de eliminar a necessidade de se terem amostras idênticas em tamanho e forma, foi afetada pelos efeitos individuais ($p < 0,05$) do tipo de carne, da quantidade de CMS e do tempo de armazenamento. As mortadelas formuladas com a carne de cordeiro apresentaram maior ($p < 0,05$) valor médio de flexibilidade B, $0,909 \pm 0,06$ mm, que as formulações elaboradas com a carne de ovelha, com valor médio de $0,897 \pm 0,014$ mm. A substituição da carne ovina por CMS também aumentou ($p < 0,05$) este índice (Tabela 17). Além disso, com o tempo de armazenamento refrigerado, os valores de flexibilidade B aumentaram ($p < 0,05$) de $0,899 \pm 0,013$ mm, no tempo zero, para $0,907 \pm 0,01$ mm, no tempo 30 dias.

Tabela 17 Médias (desvios padrões) da flexibilidade B das amostras de mortadelas formuladas com diferentes quantidades de CMS (carne mecanicamente separada) em substituição à carne ovina

CMS (%)	Flexibilidade B
60	0,911a (0,01)
30	0,904ab (0,01)
0	0,895b (0,01)

* Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Por fim, a adesividade das amostras foi maior ($p < 0,05$) para as mortadelas formuladas com a carne de cordeiros, $16,61 \pm 4,29$ kg.mm, em relação às elaboradas com carne de ovelha, $14,10$ kg.mm ($\pm 3,42$).

Herrero et al. (2008) relataram parâmetros de textura das mortadelas tradicionais bem mais variáveis que os encontrados neste trabalho. A influência da CMS sobre a textura da salsicha pasteurizada é menos clara, mas os resultados parecem indicar que a redução de 5% a 10% da proteína cárnea por CMS causa diminuição no rendimento e na elasticidade, e que a adição de CMS na mistura parece resultar em mais bolsos de ar e menor textura homogênea (THOMSEN; ZEUTHEN, 1988).

4.4 Análise sensorial das mortadelas

4.4.1 Perfil do consumidor de mortadela

Observa-se, na Tabela 18, que mais de 69,81% das pessoas de faixa etária entre 15 e 30 anos que participaram da avaliação sensorial consomem mortadela. Para a maioria dos participantes (66,04%).

Tabela 18 Resumo das características demográficas dos consumidores de mortadela que participaram da análise sensorial (n=53)

Variáveis demográficas	Classes	%
Sexo	Feminino	83,02
	Masculino	16,98
Faixa etária	De 15 a 30 anos	69,81
	De 31 a 45 anos	20,76
	De 45 a 60 anos	9,43
	Mais de 60 anos	0

A frequência de consumo da mortadela é de, pelo menos uma, uma vez por semana, conforme observado no Gráfico 1.

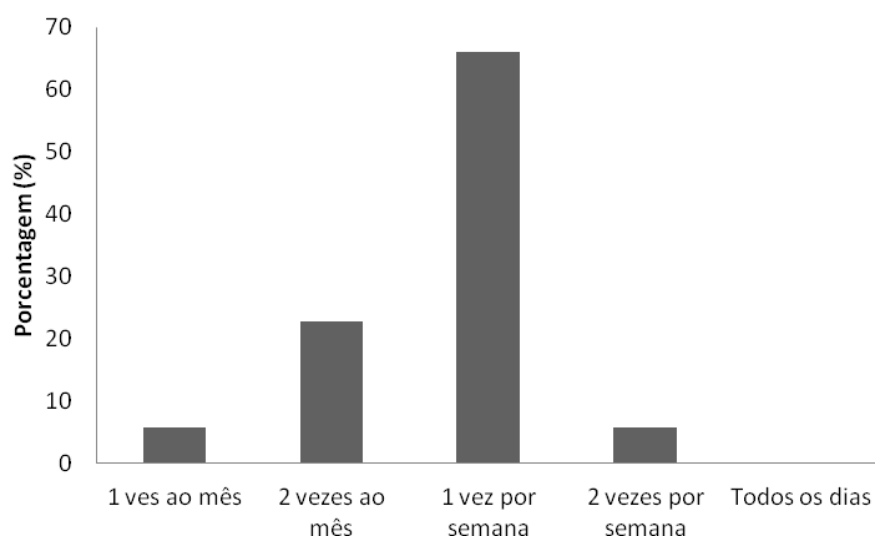


Gráfico 1 Frequência de consumo da mortadela

4.4.2 Análise sensorial por aceitação

Houve diferença significativa, a 1% e a 5% de significância, entre as amostras, quanto à aparência, ao sabor, à textura e à impressão global (Tab. 19).

Pode-se considerar que o teste obteve boa precisão, pois os coeficientes de variação (CV) foram baixos, 18,33% a 22,13 %.

Tabela 19 Notas médias (desvio padrão) dos atributos de aceitação das mortadelas elaboradas com carne de cordeiros e de ovelhas

Amostra	Atributo sensorial			
	Aparência	Sabor	Textura	Impressão Global
1 (C80)	6,35b (1,64)	5,79b (2,18)	6,45b (1,70)	5,88b (1,79)
2 (C50)	6,59ab (1,49)	7,00a (1,75)	7,09ab (1,44)	7,00a (1,22)
3 (C20)	7,20a (1,35)	6,85a (1,55)	7,22a (1,57)	7,00a (1,43)
4 (O80)	6,98ab (1,32)	6,77a (1,81)	6,43b (1,87)	6,79a (1,72)
5 (O50)	7,13a (1,27)	7,26a (0,92)	7,30a (1,08)	7,19a (1,05)
6 (O20)	6,66ab (1,65)	6,81a (1,58)	6,77ab (1,55)	6,81a (1,59)
Média	6,82	6,74	6,87	6,78

Notas em relação à escala hedônica com variação de 1 a 9, sendo: 1 – desgostei extremamente até 9 – gostei extremamente

Amostra: **1-** Mortadela de carne de cordeiro; **2-** Mortadela de cordeiro (50%) + 30% de CMS; **3-** Mortadela (20% carne de cordeiro + 60% CMS); **4-** Mortadela de ovelha; **5-** Mortadela de ovelha (50%) + 30% CMS; **6-** Mortadela (20% carne de ovelha + 60% CMS)

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Para verificar quais tratamentos diferenciaram-se entre si quanto aos atributos avaliados, foi realizado um teste de Tukey, para a comparação das médias.

Houve diferença estatística ($p < 0,05$) para todos os atributos avaliados. A aparência das formulações elaboradas com a carne de cordeiro registrou diminuição da luminosidade na medida em que a CMS foi incorporada em substituição à carne. O mesmo efeito não foi observado em relação às formulações elaboradas por substituição da carne de ovelha pela CMS. Este resultado foi confirmado pelas análises físico-químicas de quantificação de pigmentos heme nitrosos.

Quanto ao sabor, todas as amostras apresentaram boa aceitação sensorial, exceto a formulada com 100% de carne de cordeiro, que se situou entre os termos hedônicos “indiferente” (5) e “gostei ligeiramente” (6). Isso pode ter ocorrido em razão do forte sabor e odor da carne de cordeiros (HELGESEN; SOLHEIM; NAES, 1998; YOUNG et al., 1997), consequência da formação de ácidos graxos de cadeia ramificada, que proporcionam sabor oxidado da carne e de seus derivados. Em razão disso, embutidos fermentados elaborados com carne de cordeiro com elevado teor de gordura tiveram alto índice de rejeição pelos consumidores, num estudo que visava avaliar a intenção de compra (HELGESEN; SOLHEIM; NAES, 1998).

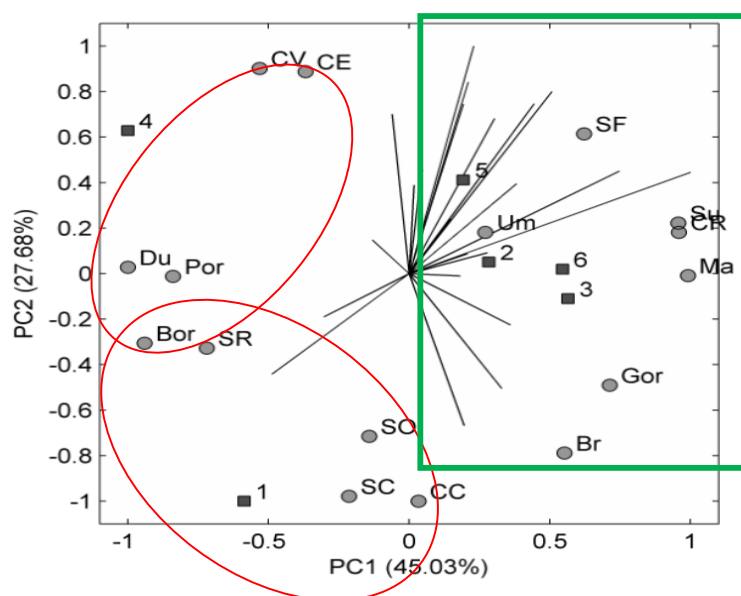
Entretanto, nas condições deste trabalho, pode-se considerar que a incorporação da CMS de frango em substituição das carnes ovinas melhorou a aceitação sensorial das mortadelas formuladas.

Na avaliação da textura, os provadores atribuíram notas de aceitação muito baixas para as mortadelas elaboradas sem substituição da carne ovina (cordeiro ou ovelha). Este fato pode estar relacionado a altos índices de dureza e de mastigabilidade observados da avaliação instrumental na análise perfil de textura.

4.4.3 Análise do mapa de preferência externo e da CATA

O mapa de preferência externo (MPE, Gráfico 2) é uma projeção dos resultados obtidos na análise de componentes principais (ACP) para as formulações de mortadelas, baseada nos dados de aceitação e dos atributos avaliados na metodologia CATA. Neste MPE foram utilizados o modelo vetorial e o nível de significância de 0,25 de probabilidade para o ajuste dos consumidores, tendo apenas 24 consumidores discriminado significativamente ($p < 0,25$) as características das amostras, ajustando-se ao modelo com um

coeficiente de determinação (r^2) igual a 0,78. O primeiro componente principal (PC1) explicou 45,03% das variações da aceitação entre as formulações, enquanto o segundo explicou 27,68%. Os dois componentes principais explicaram 72,71% dos dados de aceitação, sendo considerados suficientes para discriminar as amostras quanto à aceitação.



Amostras: **1** 80% de carne de cordeiro (C80); **2**- 50% de carne de cordeiro + 30% de CMS (C50); **3**- 20% de carne de cordeiro + 60% CMS (C20); **4**- 80% de carne de ovelha (O80); **5**- 50% de carne de ovelha + 30% CMS (O50); **6**- 20% de carne de ovelha + 60% CMS (O20).

CV-cor vermelha, CR-cor rosa, CE-cor escura, CC-cor clara, Br-brilhoso, Un-uniforme, Por-poroso, SF-sabor de frango, SC-sabor de carneiro, SO-sabor oxidado, SR-sabor residual, Dur-dura, Ma-macia, Bor-borrachento, e Gor-gorduroso.

Gráfico 2 Representação gráfica do mapa de preferência externa da aceitação das formulações de mortadelas

A dispersão das seis formulações na representação gráfica indica a formação de três grupos distintos. O primeiro grupo foi constituído pelas

formulações elaboradas com a substituição das carnes ovinas (cordeiro ou ovelha) pela CMS, presentes no primeiro e no quarto quadrante e o segundo grupo foi constituído pela formulação elaborada com 100% de carne de ovelha, no segundo quadrante. O terceiro grupo constituiu-se da formulação com 100% de carne de cordeiro, presente no terceiro quadrante.

Desse modo, a dispersão dos vetores de aceitação dos consumidores indica as formulações utilizando CMS com carne ovina como as mais aceitas, quanto à impressão global.

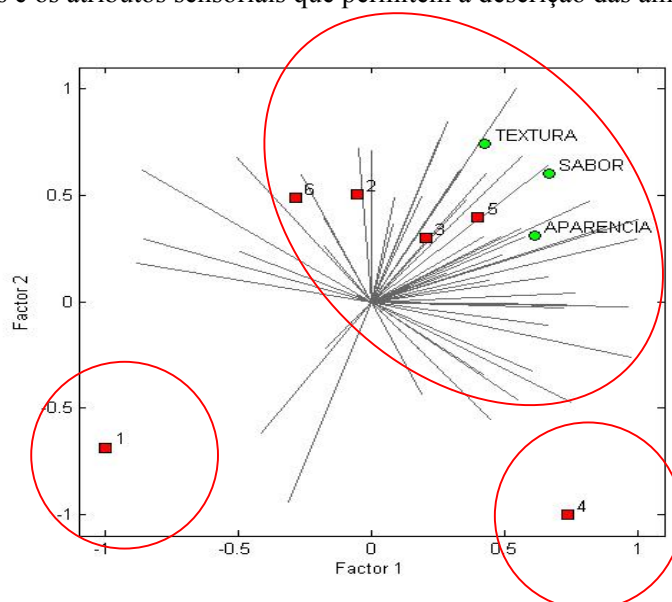
Os atributos de textura borrachenta (Bor), dura (Du), macia (Ma), succulenta (Su) e gordurosa (Gor), porosidade (Por), sabor residual (SR), sabor de frango (SF), aparência uniforme (Um) e cor rósea (CR) foram correlacionados com o primeiro componente principal (CP1), enquanto os atributos cor vermelha (CV), cor escura (CE) e cor clara (CC), aparência brilhosa (Br), sabor rançoso (SO) e de carneiro (SC) foram correlacionados com o segundo componente principal (CP2).

As amostras localizadas na região do primeiro e do quarto quadrantes estão relacionadas ao PC1, tendo sido as que apresentaram atributos mais aceitos pelos consumidores. Nesse tipo de representação gráfica, as amostras se localizam próximo dos atributos que os consumidores identificaram. A não aceitação sensorial das formulações controle (sem substituição da carne ovina por CMS) pode ser devido ao elevado teor de carne ovina nestes produtos, os quais apresentaram uma matriz proteica muito rígida (textura borrachenta e dura), aparência porosa e sabor acentuado de carne ovina (sabor residual).

Segundo Arima (1998), não são percebidas diferenças no sabor (aroma e gosto) em produtos adicionados de até 20% de CMS, tornando-se, muitas vezes, mais aceitáveis, por torná-los mais macios e succulentos. No presente trabalho, a substituição da carne ovina por até 60% de CMS favoreceu a aceitação sensorial das mortadelas.

4.4.4 Análise de fatores paralelos (PARAFAC)

Os dados de aceitação sensorial das mortadelas formuladas com diferentes quantidades de carne mecanicamente separada (CMS) em substituição da carne ovina (cordeiro ou ovelha), quanto à aparência, ao sabor e à textura, foram avaliados através da análise de fatores paralelos descrito por Nunes et al. (2012) e Nunes, Pinheiro e Bastos (2011), sendo representado um tri-plot (Gráfico 3) que facilita a avaliação das correlações entre as amostras, os consumidores e os atributos sensoriais que permitem a descrição das amostras.



Amostras: **1** 80% de carne de cordeiro (C80); **2**- 50% de carne de cordeiro + 30% de CMS (C50); **3**- 20% de carne de cordeiro + 60% CMS (C20); **4**- 80% de carne de ovelha (O80); **5**- 50% de carne de ovelha + 30% CMS (O50); **6**- 20% de carne de ovelha + 60% CMS (O20).

Gráfico 3 Representação gráfica da análise dos fatores paralelos (PARAFAC) das formulações de mortadelas, dos consumidores e das características sensoriais das mortadelas

O modelo fator paralelo (*parallel factor analysis*, ou PARAFAC) utilizado explicou 72,71% da variância. Nas condições deste trabalho, a corcôndia explicou 96,73% das correlações entre os dois fatores.

A separação espacial das amostras representadas pelos números controle (100% de carne ovina) em relação às demais é devido à baixa densidade da aceitação dos consumidores. Porém, as amostras elaboradas com substituição da carne ovina por CMS foram indicadas como as que apresentaram características de aparência, sabor e textura mais aceitas pelos consumidores.

Os resultados de aparência e textura foram confirmados pelas análises instrumentais de cor e textura objetivas, as quais revelaram altos índices de vermelho (para formulação com a carne de ovelha) e maior dureza e mastigabilidade, para todas as mortadelas controle.

Nunes et al. (2012) relataram que um valor de corcôndia (consistência do núcleo) acima de 90% pode ser considerado como representativo de um modelo adequado, ao contrário de 50%, que representa modelos problemáticos. Corcôndia próximo de zero ou negativo indica um modelo inválido.

François et al. (2009) não encontraram diferenças sensoriais para os aspectos cor, sabor e textura entre embutidos fermentados tipo salame elaborados com diferentes quantidades de carne ovina em substituição da carne suína.

5 CONCLUSÃO

A utilização de carne de ovinos mais velhos – cortes de baixo valor comercial – para a elaboração de mortadelas constitui uma alternativa que pode alcançar grande sucesso econômico, uma vez que ela apresenta boas características tecnológicas similares a da carne de cordeiros.

A utilização da carne mecanicamente separada (CMS) de frango (0%, 30% e 60%) em substituição à carne ovina (cordeiro ou ovelha) melhorou a aceitação sensorial das mortadelas em relação às demais, quanto aos atributos sabor, textura e aparência. Entretanto, o aumento da quantidade de CMS nas formulações reduziu os parâmetros de dureza, mastigabilidade e atividade de água das mortadelas, ao contrário do tempo de armazenamento refrigerado a 4° C, que os aumentou. O valor de pH não registrou variação para todos os tratamentos, durante o tempo de conservação, indicando se tratar de produtos de vida útil apreciável.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH, B. M. Beef and mortadella: formulation, processing and quality aspects. **Journal of Food Science and Technology**, Trivandrum, v. 39, n. 2, p. 177-182, Feb. 2004.

ABERLE, E. D. et al. **Principles of meat science**. 4th ed. Kendall: Hunt, 2001. 354 p.

ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m. L. dorsi) de touros jovens da raça nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.

ADDIS, P. B. Occurrence of lipid oxidation products in foods. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 24, n. 10/11, p. 1021-1030, 1986.

AKTAS, N.; GENÇCELEP, H. Effect of starch type and its modifications on physicochemical properties of bologna-type sausage produced with sheep tail fat. **Meat Science**, Barking, v. 74, n. 2, p. 404-408, 2006.

AL-SHUIBI, A. M.; AL-ABDULLAH, B. M. Substitution of nitrite by sorbate and the effect on properties of mortadella. **Meat Science**, Barking, v. 62, n. 4, p. 473-478, 2002.

AMARAL-MELLO, M. R. P. **Parâmetros de qualidade para avaliar a utilização de diferentes teores de carne de frango mecanicamente separada em salsicha**. 1998. 85 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo, 2011. 60 p.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 478 p.

ARIMA, H. K. Propriedades e aplicações da CMS em produtos cárneos. In: SEMINÁRIO PROCESSAMENTO DE PRODUTOS EMULSIONADOS E REESTRUTURADOS, 1., 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: CTC/ITAL, 1998. p. 2-12.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 17th ed. Gaithersburg, 2000. 1170 p.

BERAQUET, J. N. Como aproveitar toda a carne de frango. **Avicultura, Suinocultura e Industrialização de Carnes**, São Paulo, n. 966, p. 34-40, 1990.

BERSOT, L. S. et al. Behaviour of *L. monocytogenes* in sliced vacuum-packed mortadella. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 514-516, Sept. 2008.

BLOUKAS, J. G.; ARVANITTOYANNIS, I. S.; SIOPI, A. A. Effect of natural colourants and nitrites on colour attributes of frankfurters. **Meat Science**, Barking, v. 52, n. 3, p. 257-265, June 1999.

BONAGURIO, S. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 2387-2393, nov./dez. 2004.

BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. 2nd ed. New York: Academic, 2002. 436 p.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 196/96**, de 21 de dezembro de 1996. Aprova as seguintes diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília, 1997. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/bioetica/res19696.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa nº 4**, de 31 de março de 2000. Aprova Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7778>>. Acesso em: 10 out. 2012.

_____. **Métodos analíticos para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes**: LANARA. Brasília, 1989. 36 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 1.004**, de 11 de dezembro de 1998. Aprova Regulamento Técnico: “Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites Máximos de uso para a Categoria 8 - Carne e Produtos Carneos”. Brasília, 1998. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/1004_98.htm>. Acesso em: 10 ago. 2012.

_____. **Resolução nº 12**, de 12 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos Para Alimentos. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 10 out. 2012.

CARVALHO, A. C. F. B.; CORTEZ, A. L. L. *Salmonella* spp. em carcaças, carne mecanicamente separada, linguiças e cortes comerciais de frango. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1465-1468, nov./dez. 2005.

CARVALHO, V. M. de; CARDOSO, T. G. Toxinfecção alimentar por *Salmonella* spp. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, Mirandópolis, v. 24, n. 2, p. 95-101, 2006.

CASSENS, R. G. Residual nitrite in cured meat. **Food Technology**, Oxford, v. 51, n. 9, p. 53-55, 1997.

CIFUNI, G. F. et al. Effect of age at slaughter on carcass traits, fatty acid composition and lipid oxidation of Apulian lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 35, p. 65-70, May 1999.

DAMIN, I. C. F. et al. Feasibility of using direct determination of cadmium and lead in fresh meat by electrothermal atomic absorption spectrometry for screening purposes. **Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy**, London, v. 62, n. 9, p. 1037-1045, Sept. 2007.

DAROS, F. G.; MASSON, M. L.; AMICO, S. C. The influence of the addition of mechanically deboned poultry meat on the rheological properties of sausage. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 68, p. 185-189, May 2004.

DUTRA, M. P. Efeito da radiação gama na cor objetiva de mortadelas elaboradas com diferentes concentrações de nitrito. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 5., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CTC/ITAL, 2009. 1 CD-ROM.

DUTRA, M. P. et al. Avaliação da cor objetiva de carne mecanicamente separada de frango adicionada de óleo essencial de orégano (*Origanum Vulgare*). In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 20., 2011, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2011. 1 CD-ROM.

FIELD, R. A. Mechanically separated meat, poultry and fish. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed.). **Edible meat by-products**. London: Elsevier, 1988. p. 83-128.

FONKWE, L. G.; SINGH, R. K. Protein recovery from mechanically deboned turkey residue by enzymic hydrolysis. **Process Biochemistry**, London, v. 31, n. 6, p. 605-616, Dec. 1996.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Faostat.org.fao**. Rome, 2010. Disponível em: <<http://www.faostat.org>>. Acesso em: 15 set. 2012.

FRANCESCHINI, R. et al. Caracterização sensorial de salsicha ovina. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 2, p. 127-135, 2006.

FRANÇOIS, P. et al. Propriedades físico-químicas e sensoriais de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne suína e de ovelhas de descarte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2584-2589, set. 2009.

GAY, C. A.; GEBICKI, J. M. Perchloric acid enhances sensitivity and reproducibility of the ferric-xylene orange peroxide assay. **Analytical Biochemistry**, v. 304, n. 2, p. 42-46, 2002.

GOMES, H. A. et al. Effect of gamma radiation on refrigerated mechanically deboned chicken meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 65, p. 919-926, Oct. 2002.

GOMIDE, L. A. M. **Efeitos da relação umidade**: proteína e teor de gordura sobre a estabilidade de salsichas enlatadas. 1985. 56 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1985.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa, MG: UFV, 2009. 370 p.

GONÇALVES, L. A. G. et al. Efeitos do sexo e do tempo de maturação sobre a qualidade da carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 459-467, 2004.

GORDON, A.; BARBUT, S. Mechanisms of meat batter stabilization: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 32, n. 4, p. 299-332, Dec. 1992.

GOUVÊA, J. A. G.; GOUVÊA, A. A. L. **Carne mecanicamente separada**. Salvador: RETEC/BA, 2007. 27 p. Dossiê técnico.

GRAU, A. et al. Lipid hydroperoxide determination in dark chicken meat through a ferrous oxidation-xylenol orange method. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 48, n. 7, p. 4136-4143, July 2000.

GRAY, J. I.; MONAHAN, F. J. Measurement of lipid oxidation in meat and meat products. **Science and Technology**, Mysore, v. 3, n. 12, p. 315-319, Dec. 1992.

GUERRA, I. C. D. **Efeito do teor de gordura na elaboração de mortadela utilizando carne de caprinos e de ovinos de descarte**. 2010. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Produtos de Origem Animal) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

HELGESEN, H.; SOLHEIM, R.; NAES, T. Consumer purchase probability of dry fermented lamb sausages. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 9, n. 5, p. 295-301, 1998.

HERRERO, A. M. et al. Tensile properties of cooked meat sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) parameters and physico-chemical characteristics. **Meat Science**, Barking, v. 80, n. 3, p. 690-696, Mar. 2008.

HORNSEY, H. C. The color of cooked cured pork. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 7, n. 8, p. 534-540, 1956.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Efetivos de ovinos em 31.12 e participações relativa e acumulada no efetivo total, segundo as Unidades da Federação e os 20 municípios com os maiores efetivos**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 ago. 2012.

JAY, J. M. **Microbiologia dos alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 712 p.

KLEEF, E. van; TRIJP, H. C. M. van; LUNING, P. Internal versus external preference analysis: an exploratory study on end-user evaluation. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 17, n. 5, p. 387-399, July 2006.

KNIPE, C. L.; OLSON, D. G.; RUST, R. E. Effects of selected inorganic phosphates, phosphates, phosphate levels and reduced sodium chloride levels on protein solubility, stability and pH meat emulsions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 50, p. 1010-1013, 1985.

KOWALE, B. N. et al. Lipid oxidation and cholesterol oxidation in mutton during ccooking and storage. **Meat Science**, Barking, v. 43, n. 2, p. 195-202, 1996.

KROLOW, A. C. R. **Qualidade do alimento vs perspectiva de consumo das carnes caprina e ovina**. Colombo: EMPRAPA Caprinos, 2010. 13 p.

KRUPA, J.; ZIN, M.; DOMINIK, M. Utilization of goat meat in meat products. **Godosparka-Miesna**, Warsaw, v. 44, n. 4, p. 18, 1982.

KUMAR, S.; PEDERSEN-WISMER, J.; CASPERSEN, C. Effect of raw materials, deboning methods and chemical additives on microbial quality of mechanically deboned poultry meat during frozen storage. **Journal of Food Science and Technology**, New Jersey, v. 23, n. 4, p. 217-220, 1986.

LAWRIE, R. A. **Meat science**. 4th ed. New York: Pergamon, 1985. 267 p.

LEE, T. G. et al. Development and evaluation of a chicken breakfast sausage manufactured with mechanically deboned chicken meat. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, p. 415-421, Oct. 1996.

LI, C. T.; WICK, M. Improvement of the physicochemical properties of pale soft and exudative (PSE) pork meat products with an extract from mechanically deboned turkey meat (MDTM). **Meat Science**, Barking, v. 58, n. 2, p. 189-195, Apr. 2001.

MADRUGA, M. M. et al. **Produção de mortadelas para agregação de valor à carne caprina: prática e processo agropecuário**. Sobral: EMBRAPA, 2010. 8 p. (Comunicado Técnico, 121).

MADRUGA, M. S. et al. Efeito da idade de abate no valor nutritivo e sensorial da carne caprina de animais mestiços. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 374-379, 1999.

_____. Qualidade de carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 309-315, jan./fev. 2005.

MARTINS, L. P. **Utilização da carne caprina na produção de mortadela**. 1998. 53 p. Monografia (Especialização em Agroindústria Alimentícia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 1998.

MATOS, R. A. et al. Efeito do tipo de fermentação na qualidade final de embutidos cozidos elaborados a base de carne ovina. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 225-234, 2007.

MEIRELES, B. R. L. D. A. et al. Parâmetros físicos da mortadela caprina elaborada com carnes de animais de descarte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 4., 2009, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2009. p. 1-3.

MÉLO, H. M. G. et al. Viabilidade da utilização da carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia do Nilo na elaboração de um produto tipo "mortadela". **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 22-29, 2011.

MIELNIK, M. B.; AABY, K.; SKREDE, G. Commercial antioxidants control lipid oxidation in mechanically deboned turkey meat. **Meat Science**, Barking, v. 65, p. 1147-1155, Dec. 2002.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 225 p.

NEWMAN, P. B. The separation of meat from bone: a review of the mechanics and the problems. **Meat Science**, Barking, v. 5, p. 171-200, 1981.

NUNES, C. A. et al. Relating consumer acceptance to descriptive attributes by three-way external preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 27, n. 4, p. 209-216, May 2012.

NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M.; BASTOS, S. C. Evaluating consumer acceptance tests by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 26, n. 2, p. 167-174, Jan. 2011.

NUNES, T. P. **Efeito da pré-cura na estabilidade microbiológica de carne mecanicamente separada e elaboração de um produto reestruturado com filés de peito de galinhas de descarte**. 2003. 117 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

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

ORDÓÑEZ, J. A. et al. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 2, 279 p.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia de carne**. 2. ed. Goiânia: UFG, 2001. v. 1, 623 p.

PELEGRINI, L. F. V. et al. Elaboração de embutido fermentado tipo salame utilizando carne de ovelhas de descarte. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 150-153, dez. 2008.

PEREIRA, A. G. T. **Uso de carne mecanicamente separada de aves e fibra de colágeno na elaboração de salsichas**. 2010. 120 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

PEREIRA, A. G. T. et al. Effects of the addition of mechanically deboned poultry meat and collagen fibers on quality characteristics of frankfurter-type sausages. **Meat Science**, Barking, v. 89, n. 4, p. 519-525, Apr. 2011.

PEREZ, J. R. O. et al. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 11-18, 2002.

PINHEIRO, E. M. **Processamento de carne de ovina adulto**. 1989. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1989.

PINHEIRO, R. S. B. et al. Qualidade de carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 9, p. 1790-1796, set. 2009.

PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M.; BOIAGO, M. M. Coloração da gordura e qualidade da carne de ovelhas de descarte abatidas em distintos estágios fisiológicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 2, p. 468-474, 2010.

PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M.; SOUZA, H. B. A. Aceitação sensorial e composição centesimal da carne de ovelhas abatidas em diferentes estágios fisiológicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 4, p. 1053-1059, 2012.

POLLONIO, M. A. R. **Estudo das propriedades funcionais das proteínas miofibrilares e oxidação lipídica de carne de frango mecanicamente desossada**. 1994. 159 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de Campinas, Campinas, 1994.

PÜSSA, T. et al. Inhibition of lipid oxidation and dynamics of polyphenol content in mechanically deboned meat supplemented with sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berry residues. **Food Chemistry**, London, v. 107, n. 2, p. 714-721, Aug. 2007.

RAHARJO, S.; SOFOS, J. N. Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues: a review. **Meat Science**, Barking, v. 35, p. 145-169, Sept. 1992.

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

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

_____. **Tecnologia do processamento de carnes e derivados: material prático**. Primavera Itapetinga: Universidade Estadual do Sudeste da Bahia, 2005. 316 p.

SANTOS, D. M. S. et al. Salmonella em carcaças de frango congeladas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 39-42, 2000.

SAÑUDO, C.; CAMPO, M. M.; SIERRA, I. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. **Meat Science**, Barking, v. 46, n. 4, p. 357-365, 1997.

SATTERLEE, L. D.; FREE, B.; LEVIN, E. Utilization of high protein tissue powders as a binder/extender in meat emulsions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 38, n. 1, p. 306-309, 1973.

SHAHIDI, F.; PEGG, B. Nitrite alternatives for processed meats. **Developments in Food Science**, New York, v. 37, p. 1223-1241, 1995.

SHIMOKOMAKI, M. et al. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Varela, 2006. 236 p.

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

SILVA, J. G. et al. Avaliação dos efeitos da incorporação da globina bovina e do caseinato de sódio no patê de presunto. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 115-120, Feb. 2000.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 2001. 317 p.

SILVA SOBRINHO, A. G. et al. Características de qualidade de carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 3, p. 1070-1078, maio/jun. 2005.

SIQUEIRA, E. R. et al. Características sensoriais de carne de cordeiros das raças Hampshire Down, Santa Inês e Mestiços Bergamácia x Corriedale abatidos com quatro distintos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 1267-1272, maio/jun. 2002.

SÓRIO, A. **Sistema agroindustrial de carne ovina: o exemplo do Mato Grosso do Sul**. Passo Fundo: Méritos, 2009. 112 p.

SOUSA, E. A. et al. Aplicação de redes neurais para avaliação do teor de carne mecanicamente separada em salsicha de frango. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 307-311, 2003.

SWIFT, C. E.; SULZBACHER, W. L. Cominuted meat emulsions: factors affecting meat proteins as emulsion stabilizers. **Food Technology**, Oxford, v. 17, n. 2, p. 106-108, 1963.

TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. Florianópolis: UFSC, 2005. 37 p.

THOMSEN, H. H.; ZEUTHEN, P. The influence of mechanically deboned meat and pH on the water-holding capacity and texture of emulsion type meat products. **Meat Science**, Barking, v. 22, n. 3, p. 189-201, June 1998.

TONETTO, C. J. et al. Rendimentos de cortes da carcaça, características de carne e componentes do peso vivo em cordeiros terminados em três sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 234-241, jan./fev. 2004.

TRINDADE, M. A.; CASTILLO, C. J. C.; FELÍCIO, P. E. Mortadela elaborada com CMS de galinhas poedeiras pré-misturada com antioxidantes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 63, n. 3, p. 240-245, 2006.

TRINDADE, M. A. et al. Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidantes durante período de armazenamento a -18 °C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 160-168, 2008.

TUBOLY, E. et al. Microbiological and lipid oxidation studies on mechanically deboned turkey meat treated by high hydrostatic pressure. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 56, n. 2/3, p. 241-244, 2003.

URBANSKI, J. C.; LOBO, V. S.; FERREIRA, R. J. Carne mecanicamente separada de aves (CMS) vs microrganismos mesófilos. In: _____. **Ciência para o desenvolvimento sustentável: EXP UT2010**. Campos Toledo: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2010. p. 132-135.

VIANA, J. G. A. Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, Porto Alegre, ano 4, n. 12, p. 1-9, 2008.

VITORINO, L. C. S. **Efeito da adição de fibras sobre as propriedades tecnológicas de emulsões com altos teores de carne de frango mecanicamente separada**. 2008. 140 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade de Campinas, Campinas, 2008.

WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. The extent of proteolysis is independent of sarcomere length in lamb longissimus and psoas major. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 9, p. 2444-2451, 1999.

YOUNG, O. A. et al. Fat-borne volatiles and sheepmeat odour. **Meat Science**, Barking, v. 45, n. 2, p. 183-200, 1997.

ZAPATA, J. F. F. et al. Estudo da qualidade de carne ovina do nordeste brasileiro: propriedades físicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 274-277, 2000.

ZUNDT, M. et al. Características de carcaças de cordeiros terminados em confinamento, com dietas contendo diferentes níveis proteicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 565-571, maio/jun. 2003.

ANEXOS

Tabela 1A Resumo de análise de variância (ANOVA) das características físico-químicas da massa crua de mortadelas formuladas com diferentes quantidades de carne ovina (cordeiro ou ovelha)

F.V.	G.L.	Q.M.				
		SSP (mg/g)	GEX (%)	TEF (%)	EE	pH
Carne ¹	1	8948,7447*	46,1706 ^{NS}	0,0030 ^{NS}	0,0030 ^{NS}	0,0539 ^{NS}
Conc ²	2	303,0127 ^{NS}	79,8175 ^{NS}	0,1285 ^{NS}	0,1285 ^{NS}	0,1088 ^{NS}
Carne*Conc	2	389,6297 ^{NS}	6,3822 ^{NS}	0,6717 ^{NS}	0,6717 ^{NS}	0,0090 ^{NS}
Resíduo	12	1.532,97	54,721	0,4666	0,4666	0,0687
Total corrigido	17					

¹ Carne: dois tipos de carne (cordeiro e ovelha); ² Conc: as três quantidades de carne utilizadas na formulação (80%, 50% e 20%)

* Significativo e NS=não significativo, pelo teste t, a 5% de probabilidade

Tabela 2A Resumo de análise de variância (ANOVA) para composição química (%) de mortadelas formuladas com diferentes concentrações de carne de cordeiro ou de ovelha

F.V.	G.L.	Q.M.				
		Umidade	Gordura	Proteína	Cinza	Cálcio
Carne ¹	1	4,1985 ^{NS}	19,3272*	0,2046 ^{NS}	0,6036 ^{NS}	0,0000 ^{NS}
Conc ²	2	20,3606*	24,4289*	8,8155*	1,3467 ^{NS}	0,0864*
Carne*Conc	2	2,0585 ^{NS}	0,3304 ^{NS}	0,2877 ^{NS}	1,8146 ^{NS}	0,0002 ^{NS}
Resíduo	12	4,877	1,9451	0,2338	1,225	0,0005
Total corrigido	17					

¹ Carne: dois tipos de carne (cordeiro e ovelha); ² Conc: as três quantidades de carne utilizadas na formulação (80%, 50% e 20%)

* Significativo e NS=não significativo, pelo teste t, a 5% de probabilidade

Tabela 3A Resumo de análise de variância (ANOVA) para nitrito residual, pigmentos heme totais (PHT), pigmentos heme nitrosos (PHN) e porcentagem de conversão (ConvPH) de pigmentos de mortadelas formuladas com diferentes concentrações de carne de cordeiro ou de ovelha

FV	GL	QM			
		Nitrito residual	PHT	PHN	ConvPH
Carne ¹	1	8,7668 ^{NS}	9900,8978*	3045,7521*	335,3065NS
Conc ²	2	3991,9789*	388,2136 ^{NS}	61,1481 ^{NS}	172,6194 ^{NS}
Carne*Conc	2	2,8425 ^{NS}	1663,3587*	140,4748*	404,2588 ^{NS}
Erro (a)	12	158,100	42,6434	1248,6742	2760,9947
Tempo ³	1	9430,4199*	171,7753*	23137,4521*	41401,5272*
Carne*Tempo	1	10,3474 ^{NS}	56,0906 ^{NS}	342,1883 ^{NS}	2792,6283 ^{NS}
Conc*Tempo	2	180,1630 ^{NS}	14,4735 ^{NS}	166,1769 ^{NS}	313,7317 ^{NS}
Carne*Conc*Tempo	2	37,2706 ^{NS}	103,5652 ^{NS}	125,2216 ^{NS}	460,5641 ^{NS}
Erro (b)	12	142,8315	86,8426	1738,7864	3902,9266
Total Corrigido	35				

¹ Carne: dois tipos de carne (cordeiro e ovelha); ² Conc: as três quantidades de carne utilizadas na formulação (80%, 50% e 20%). ³ Tempo: 0 e 30 dias

* Significativo, pelo teste t, a 5% de probabilidade

NS=não significativo, pelo teste t, a 5% de probabilidade

Tabela 4A Resumo de análise de variância (ANOVA) para pH, atividade de água (aw) e índice de oxidação lipídica (IP e TBARs) de mortadelas formuladas com diferentes concentrações de carne de cordeiro ou de ovelha armazenadas a 4 °C.

F.V.	G.L.	Q.M.			
		pH	Aa	Oxidação lipídica	
				IP	TBARs
Carne ¹	1	0,0258 ^{NS}	0,0000 ^{NS}	4,5244 ^{NS}	0,0207NS
Conc ²	2	0,0479 ^{NS}	0,0000 ^{NS}	545,0311*	0,1284*
Carne*Conc	2	0,0026 ^{NS}	0,0000 ^{NS}	54,8468 ^{NS}	0,0491NS
Erro (a)	12	0,0303	0,0000	102,8403	0,014
Tempo ³	1	0,0410 ^{NS}	0,0003*	9993,7326*	0,07808NS
Carne*Tempo	1	0,0680 ^{NS}	0,0000 ^{NS}	293,3837*	0,0168NS
Conc*Tempo	2	0,0069 ^{NS}	0,0000 ^{NS}	65,9386 ^{NS}	0,0219NS
Carne*Conc*Tempo	2	0,0188 ^{NS}	0,0000 ^{NS}	81,5416 ^{NS}	0,0084NS
Erro (b)	12	0,0516	0,0000	25,0626	0,1293
Total Corrigido	35				

¹ Carne: dois tipos de carne (cordeiro e ovelha); ² Conc: as três quantidades de carne utilizadas na formulação (80%, 50% e 20%). ³ Tempo: 0 e 30 dias

* Significativo e NS=não significativo, pelo teste t, a 5% de probabilidade

Tabela 5A Resumo de análise de variância (ANOVA) para parâmetros de cor de mortadelas formuladas com diferentes concentrações de carne de cordeiro ou de ovelha armazenadas a 4 °C

F.V.	G.L.	Q.M.				
		Índices de cor				
		L*	a*	b*	c*	h*
Carne ¹	1	78,5587*	55,4032*	3,4906 ^{NS}	43,0665*	170,1571*
Conc ²	2	2,7335 ^{NS}	0,8171 ^{NS}	2,5571 ^{NS}	2,1183 ^{NS}	11,9650 ^{NS}
Carne*Conc	2	2,1075 ^{NS}	4,6904 ^{NS}	0,2984 ^{NS}	3,76421 ^{NS}	12,1723 ^{NS}
Erro (a)	12	3,457	2,488	0,817	2,351	9,043
Tempo ³	1	4,9432 ^{NS}	0,7168 ^{NS}	0,9056 ^{NS}	0,000 ^{NS}	11,7043 ^{NS}
Carne*Tempo	1	0,7511 ^{NS}	0,0784 ^{NS}	0,0342 ^{NS}	0,0222 ^{NS}	0,1621 ^{NS}
Conc*Tempo	2	0,4351 ^{NS}	1,0217 ^{NS}	0,0374 ^{NS}	0,7439 ^{NS}	2,5456 ^{NS}
Carne*Conc*Tempo	2	2,5705 ^{NS}	4,6663 ^{NS}	0,3179 ^{NS}	3,6604 ^{NS}	13,0618 ^{NS}
Erro (b)	12	3,0736	2,3139	0,2579	1,9797	5,7408
Total corrigido	35					

¹ Carne: dois tipos de carne (cordeiro e ovelha); ² Conc: as três quantidades de carne utilizadas na formulação (80%, 50% e 20%). ³ Tempo: 0 e 30 dias.

* Significativo, pelo teste t, a 5% de probabilidade.

NS=não significativo, pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Tabela 6A Resumo de análise de variância (ANOVA) para parâmetros de textura de mortadelas formuladas com diferentes concentrações de carne de cordeiro ou de ovelha

F.V.	G.L.	Q.M.				
		Dureza	Coesividade	Adesividade	Flexibilidade	Mastigabilidade
Carne ¹	1	0,0020 ^{NS}	0,0048 ^{NS}	0,5928*	0,0000 ^{NS}	0,2848 ^{NS}
Conc ²	2	1,6899*	0,0000 ^{NS}	0,2314 ^{NS}	0,1797 ^{NS}	17,2796*
Carne*Conc	2	0,0135 ^{NS}	0,0011 ^{NS}	0,0808 ^{NS}	0,0037 ^{NS}	0,3728 ^{NS}
Erro (a)	12	0,024	0,0011	0,109	0,1108	0,280
Tempo ³	1	0,3005*	0,0000 ^{NS}	0,3987 ^{NS}	0,4706 ^{NS}	6,9416*
Carne*Tempo	1	0,0402 ^{NS}	0,0006 ^{NS}	0,0024 ^{NS}	0,1144 ^{NS}	0,1903 ^{NS}
Conc*Tempo	2	0,2939*	0,0009 ^{NS}	0,1712 ^{NS}	0,1688 ^{NS}	4,249*
Carne*Conc*Tempo	2	0,0057 ^{NS}	0,0006 ^{NS}	0,1723 ^{NS}	0,0233 ^{NS}	0,3862 ^{NS}
Erro (b)	12	0,0364	0,0004	0,1765	0,1119	0,7305
Total Corrigido	35					

¹ Carne: dois tipos de carne (cordeiro e ovelha); ² Conc: as três quantidades de carne utilizadas na formulação (80%, 50% e 20%). ³ Tempo: 0 e 30 dias

* Significativo e NS=não significativo, pelo teste t, a 5% de probabilidade

Tabela 7A Resumo de análise de variância (ANOVA) para atributos sensoriais de aparência, sabor textura e impressão global de mortadelas formuladas com diferentes concentrações de carne de cordeiro ou de ovelha

FV	GL	QM			
		Aparência	Sabor	Textura	I.Global
Amostra	5	5,8748*	13,3671*	7,7658*	11,2485*
Provador	52	4,8099*	5,6743*	6,5888*	5,3257*
Resíduo	260	1,6011	2,2314	1,5917	1,6111
Total	317				
CV (%)		18,54	22,13	18,33	18,7237

*Significativo, pelo teste F , a 5% de significância. CV = coeficiente de variação