**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Redução dos níveis de gordura em mortadela bologna e sua influência
sensorial em provadores de diferentes idades**

Fernanda Papa Spada

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra
em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia
de Alimentos

Piracicaba
2013

Fernanda Papa Spada
Cientista de Alimentos

**Redução dos níveis de gordura em mortadela bologna e sua influência sensorial em
provadores de diferentes idades**

Orientadora:
Prof^ª. Dra. **CARMEN JOSEFINA CONTRERAS CASTILLO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra
em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia
de Alimentos

Piracicaba
2013

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Spada, Fernanda Papa
Redução dos níveis de gordura em mortadela bologna e sua influência sensorial em provadores de diferentes idades / Fernanda Papa Spada.- - Piracicaba, 2013.
116 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Jovens 2. Idosos 3. Hidrocolóides 4. Emulsão 5. Mortadela I. Título

CDD 664.9
S732r

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

A Deus pelo dom da vida.
Aos meus pais, Agenor e Regina Célia por todo amor, paciência e apoio.
Ao meu irmão Marcelo pelo carinho e amizade.
Ao Luís Gustavo pelo companheirismo.
Dedico.

“Escolhe um trabalho de que gostes, e não terás que trabalhar nem um dia na tua vida”.
Confúcio

AGRADECIMENTOS

A Deus que fez tudo possível e que permitiu a execução deste trabalho.

Aos meus pais, Agenor e Regina Célia por me guiarem por caminhos valiosos de humildade, honestidade, fé, educação e amor. Permitindo que eu sonhasse com os pés no chão.

Ao meu irmão, Marcelo pelo carinho e força.

Ao Luís Gustavo pelo amor, compreensão e apoio.

A minha orientadora professora Carmen J. C. Castillo por toda confiança, orientação, dedicação, atenção e carinho que contemplam muito mais que este trabalho.

A Ana Lucia C. Lemos por todos os ensinamentos, orientações e conselhos.

Ao professor Ernani Porto pela orientação, dedicação e coleguismo que possibilitaram as análises microbiológicas desta pesquisa.

As professoras Sônia M. S. Piedade e Nilda Villanueva que muito colaboraram para a realização deste trabalho e para meu conhecimento em estatística experimental.

Ao professor Francisco André Ossamu Tanaka pela disponibilidade, confiança e apoio para a obtenção dos resultados de Microscopia eletrônica.

A Universidade de São Paulo em especial a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” que permitiu que eu bebesse desta fonte inesgotável e mutável de conhecimento.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP que concedeu-me bolsa de estudos viabilizando minha formação.

Ao frigorífico Ceratti que disponibilizou a matéria prima para a execução desta pesquisa.

A Cargill® que forneceu o substituto de gordura de base vegetal.

A Ibrac que disponibilizou ingredientes não cárneos para elaboração do embutido, principalmente a Tânia Machado que contribuiu expressivamente neste contexto.

Ao CTC/ITAL que nos disponibilizou suas dependências, funcionários e equipamentos para a concretização dos processos experimentais de produção.

A toda equipe do laboratório de carnes: A Priscila pelo exemplo de dedicação. Ao Jair pelas orientações, atenção e coleguismo. A sempre amiga Mariana que esteve presente em todos os momentos deste experimento me ajudando e muito me orgulhando. Ao Marcio, Marcia (CTC/ITAL) e Anairene pelo brilhantismo, incentivo e amizade. Aos companheiros e amigos: Amanda, Ana Carolina, Vanessa, Suzana, Clara, Kathelyn e Felipe por todo apoio e amizade. A todos os estagiários do programa Santander (Barbara, Thais, Valeria, Daniel, José, Bruno, Thales e “Tatico”) pela ajuda e momentos de descontração.

A todos os funcionários do LAN/ESALQ e bibliotecários pela amizade e serviços prestados.

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO.....	15
1.2 Revisão Bibliográfica	16
1.2.1 Produtos cárneos, gordura e o consumidor.	16
1.2.2 Ministério da Saúde e Iniciativa Privada.....	17
1.2.3 Combinação de ingredientes e como estabelecer emulsões estáveis	18
1.2.4 Propriedades das proteínas em emulsões cárneas e a formação de géis estáveis.....	19
1.2.5 Substitutos e miméticos de gordura animal.....	20
1.2.6 Emulsões	24
1.2.7 Mortadela	27
1.2.8 Análise sensorial e influência da idade dos provadores.....	31
Referências	34
2 IMPACTOS DA ADIÇÃO DE ALGINATO DE SÓDIO E GOMA GUAR EM MORTADELA COM REDUÇÃO DO TEOR DE GORDURA FORMULADAS COM GORDURA VEGETAL ESTERIFICADA E SORO DE LEITE.....	41
Resumo	41
Abstract.....	41
2.1.Introdução.	42
2.2 Material e Métodos	43
2.2.1 Descrição do produto	43
2.2.2 Desenvolvimento do Produto	45
2.2.3 Estabilidade da Emulsão	45
2.2.4 Perda de Peso por cozimento	46
2.2.5 Valores de pH.....	46
2.2.6 Cor objetiva.....	46
2.2.7 Perfil instrumental de textura	47
2.2.8 Análises quantitativas de umidade, extrato etéreo e proteína	47

2.2.9 Perfil lipídico	47
2.2.10 Determinação de ácido tiobarbitúrico no dia zero e método acelerado.....	48
2.2.11 Microscopia eletrônica de varredura	48
2.2.12 Análise microbiológica	49
2.2.13 Análise sensorial.....	49
2.2.14 Análise estatística	49
2.3 Resultados e Discussão.....	49
2.3.1 Estabilidade da emulsão	50
2.3.2 Perda de peso no produto.....	50
2.3.3 Análises microbiológicas e pH	51
2.3.4 Cor objetiva	51
2.3.5 Perfil instrumental de textura.....	53
2.3.6 Análises quantitativas de umidade, extrato etéreo e proteína.....	56
2.3.7 Perfil lipídico	57
2.3.8 Oxidação lipídica (TBARS)	60
2.3.9 Teste de aceitação	62
2.3.10 Análise microscópica.....	63
2.4 Conclusões	66
Referências.....	66
Anexos	70
3 PERFIS SENSORIAIS EM TRÊS FAIXAS ETÁRIAS DE PROVADORES E ACEITAÇÃO DO CONSUMIDOR DA MORTADELA BOLOGNA COM REDUÇÃO E DA SUBSTITUIÇÃO DA GORDURA ANIMAL	73
Resumo	73
Abstract.....	73
3.1 Introdução.....	74
3.2 Material e Métodos	76
3.2.1 Teste de aceitação	76

3.2.2 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®)	76
3.3 Resultados e Discussão	83
3.3.1 Preferência do consumidor	83
3.3.2 Teste de aceitação com consumidores	84
3.3.3 Avaliação descritiva quantitativa	86
3.4 Conclusões	95
3.5 Considerações finais	96
Referências	96
4 CONCLUSÕES	99
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
ANEXOS	103

RESUMO

Redução dos níveis de gordura em mortadela bologna e sua influência sensorial em provadores de diferentes idades

A busca por um estilo de vida saudável é crescente sendo desafiante para a indústria alimentícia atender às demandas atuais de mercado. A idade do consumidor é variável importante frente às expectativas dos indivíduos. Pois os jovens em geral são saudáveis, estão em fase de descobertas, mudanças e em formação de opinião, enquanto os idosos possuem preferências consolidadas e geralmente apresentam restrições alimentares. Neste contexto, para produtos cárneos, o reduzido teor de gordura e a mastigabilidade são características atrativas. Para o desenvolvimento de produtos cárneos diferenciados são práticas usuais as combinações de ingredientes não cárneos passíveis de substituir a gordura, ou ainda a redução de ácidos graxos saturados por meio da utilização de óleos vegetais para substituir a gordura suína. Contudo, raros são os estudos que abordam simultaneamente a redução e a substituição de gordura avaliando a influência destas modificações na percepção sensorial de consumidores com diferentes idades. Assim, o presente estudo tem por objetivo principal viabilizar a obtenção de emulsionados com alta redução de gordura animal e aceitabilidade sensorial, utilizando ingredientes não cárneos (alginato, guar e soro de leite) associados à gordura vegetal; além de comparar os perfis sensoriais obtidos por jovens, adultos e idosos treinados. Nas formulações a gordura foi reduzida em 66% e o máximo de substituição foi de 100% do toucinho. Sendo as formulações: CA e CV os tratamentos controles contendo respectivamente 24% de gordura animal (A) e gordura vegetal (V) na massa; RGA (reduzida gordura animal) e RGV (reduzida gordura vegetal) com teor reduzido para 12% de gordura na massa; enquanto RGAH (reduzida gordura animal com hidrocolóides) e RGVH (reduzida gordura vegetal com hidrocolóides) possuem 12% de gordura e foram adicionados de soro de leite (1,2%), alginato (0,25%) e goma guar (0,05%). A substituição da gordura animal por vegetal modificou a qualidade do produto principalmente quanto à textura (elasticidade e mastigabilidade). A redução de gordura diminuiu o potencial oxidativo e o teor de ácidos graxos saturados, minimizou as perdas na cocção e apresentou a maior aceitação sensorial. Os resultados dos consumidores demonstrou que nenhum dos tratamentos foi estatisticamente ($p>0,05$) preferido, entretanto 64% dos consumidores preferiram os produtos com teor reduzido de gordura. Os consumidores com mais idade não conseguiram diferenciar as amostras. Entre os grupos treinados, os perfis sensoriais obtidos foram diferentes, porém os grupos treinados destacaram que a redução da gordura animal proporcionou a obtenção de produtos com características mais similares aos tradicionais quando comparados aos substituídos por gordura vegetal. Conclui-se que o novo produto deve possuir apelo à saudabilidade, ressaltando seu teor de gordura e suas características diferenciadas quanto à maciez e mastigação. Esta pesquisa aponta um caminho promissor para pesquisas envolvendo a utilização de fontes lipídicas diferenciadas associadas aos hidrocolóides em produtos cárneos. Além disso, este estudo reforça a importância da seleção de grupos de provadores para testes sensoriais dependendo do público alvo do produto a ser desenvolvido. Destaca-se ainda a necessidade de aprimoramento das análises sensoriais descritivas, sendo os mapas de referências, utilizados neste trabalho, uma ferramenta simples que auxilia os provadores na obtenção de resultados.

Palavras-chave: Jovens; Idosos; Hidrocolóides; Emulsão; Mortadela.

ABSTRACT

Reduced levels of fat in Italian sausages and its influence on sensory tasters of different ages

The search for a healthy lifestyle, it have been a challenge for the food industry meet the demands of current market. The consumer age is an important variable to obtain the expectations of individuals. Young people in general are healthy, and they are in opinion formation, while the elderly have consolidated preferences and often should have dietary restrictions. In this context, for the low-fat meat products and chewiness are attractive features. For the development of meat products differentiated, are common to combine non-meat ingredients that can substitute the fat, or the reduction of composition saturated by the use of vegetable oils to replace pork fat. However, few are the studies that consider both requirements: the reduction and replacement of fat assessing the influence of these changes in sensory perception of consumers of different ages. Thus, the present has the main objective to facilitate obtaining emulsified with high fat reduction and sensory acceptability, using non-meat ingredients, associated with vegetable fat, in addition to compare the sensory profiles obtained by youth, adults and seniors trained. Three processes were performed at different time periods from the standardization of the raw material. In the formulations fat was reduced by 66% and the maximum was 100% replacement of fat. Being formulations: CA and CV treatments controls containing respectively 24% animal fat (A) and vegetable fat (V) the mass; RGA (reduced animal fat) and RGV (reduced vegetable fat) with content reduced to 12% fat mass, while RGAH (reduced animal fat with hydrocolloids), and RGVH (reduced fat with vegetable hydrocolloids) have 12% fat and added whey (1.2%), sodium alginate (0.25%) and guar gum (0.05%). The replacement of animal fat to vegetable modified product quality especially in regard to texture (elasticity and chewiness). The reduction of fat decreased the oxidative potential and of saturated fatty acids, downplayed cooking loss and had the highest sensory acceptance. The results demonstrate the consumer 110 that no treatment was considered preferred, though 64% of consumers prefer products with reduced fat content. Older consumers could not differentiate the samples. Among the groups trained sensory profiles obtained were different, the trained groups emphasized that the reduction in animal fat afforded to obtain products with characteristics similar to those when compared to traditional replaced by vegetable fat (RGV and RGVH). We conclude that the new product should have appeal to healthiness, highlighting its fat content and its distinctive characteristics as the softness and chewing. This result shows promising areas for future research involving the use of different lipid sources associated with hydrocolloids in meat products associated with different lipid sources. This study reinforces the importance of the selection of groups of assessors depending on the target audience of the product to be developed. Another important point is the need for improvement of sensory descriptive analysis, with the maps of references used in this work a simple tool that helps testers in getting results.

Keywords: Young; Elderly; Hydrocolloids; Emulsion; Italian sausages

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o desafio da indústria alimentícia é atender às demandas de mercado, desenvolvendo produtos com diferentes apelos, pois é crescente a busca por um estilo de vida saudável. Em produtos cárneos o reduzido teor de gordura é atrativo, para isso diversos produtos incorporam às suas formulações ingredientes não-cárneos capazes de substituir gordura agregando água. Esta tendência recente é denominada de *combifood* (FAROUK, 2011). A formação de emulsões com pouca gordura apresenta entraves tecnológicos, assim as propriedades dos emulsificantes, que atuam na formação dos géis ligando a água com a gordura, tornam-se mecanismos fundamentais para a viabilidade do produto. Estes emulsificantes interagem com água, proteínas e gordura influenciando principalmente na estabilidade da massa e na textura do produto.

Entre os ingredientes não cárneos destacam-se o alginato de sódio e a goma guar, polissacarídeos investigados e utilizados para melhorar as características de textura dos alimentos. Contudo, o alginato de sódio tem recebido pouca atenção em produtos cárneos (PÉRES-MATEOS; MONTERO, 2000). Outro grupo de ingredientes inovadores como substitutos de gordura animal é o das gorduras vegetais, que hoje atendem diferentes segmentos de alimentos, inclusive aqueles dos alimentos com baixos teores de gordura trans. A gordura vegetal hidrogenada tornou-se um ingrediente versátil devido à sua durabilidade e elevada estabilidade sob altas temperaturas.

Dentre os produtos cárneos emulsionados destaca-se a mortadela como um alimento de fácil mastigabilidade, de baixo custo, amplamente consumido (550 g per capita/ano – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2013), de odor característico intenso e com teores significativos de gordura (aproximadamente 30%).

Variações no conteúdo de gordura podem influenciar as propriedades sensoriais por diversos mecanismos. Para a caracterização dos atributos sensoriais de alimentos a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®) representa um dos métodos mais completos. Todavia, em cada fase da vida existem modificações nos interesses e nas percepções dos consumidores, no geral os jovens estão em fase de descobertas, mudanças e em formação de opinião, sendo alvo fácil de publicidade, tendendo aceitar o direcionamento da mídia. Porém o aumento da idade acompanha uma diminuição na capacidade química-sensorial (MURPHY, 1986). Com o aumento na expectativa de vida, indicado pela Organização das Nações Unidas (ONU), novos produtos direcionados à terceira idade estão sendo desenvolvidos e testados.

Assim, este trabalho busca contribuir cientificamente para o aprimoramento de diferentes substitutos de gordura em produtos cárneos e conhecer também as possíveis diferenças nas percepções sensoriais de diferentes faixas etárias. Neste contexto, este estudo justifica-se devido às tendências mercadológicas para produtos com teores reduzidos de gordura; à utilização industrial de aditivos emulsionantes para a estabilidade das emulsões cárneas; o amplo mercado nacional da mortadela; a tendência mundial do envelhecimento da população; e às diferentes percepções sensoriais de faixas etárias que são influenciadas por características psicológicas e do aparato sensorial. Deste modo o presente estudo tem como objetivos avaliar: a influência da redução de gordura em mortadela utilizando alginato, goma guar e soro de leite; conhecer a aceitabilidade de emulsionado cárneo com composição e teor de gordura diferenciado frente ao consumidor e comparar perfis sensoriais obtidos por jovens, adultos e idosos treinados.

1.2 Revisão Bibliográfica

1.2.1 Produtos cárneos, gordura e o consumidor.

Nos últimos anos houve um aumento da busca por um estilo de vida mais saudável, com alimentação balanceada, a começar pela Organização Mundial da Saúde (OMS) que reduziu as recomendações de gordura da dieta humana. Atualmente o consumidor vem optando por alimentos com ingredientes funcionais e/ou teores reduzidos de sódio, gorduras e açúcares (ARIHARA, 2006; CARRAPISO, 2007). Neste contexto, o grande desafio da indústria de alimentos e bebidas é desenvolver produtos com diferentes apelações e de custo acessível, atendendo, assim, às expectativas das diferentes demandas de mercado. O Ministério da Saúde, em agosto de 2011, divulgou os resultados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2008-2009), destacando o excesso do consumo de gordura na alimentação dos brasileiros, principalmente entre jovens. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revela que o valor proveniente do consumo de gordura saturada está acima de 9% da ingestão total de calorias diárias para todas as faixas etárias da população e compreende valores de 9,9% entre os adolescentes, todavia o consumo de gordura saturada deve ser inferior a 10% da ingestão diária (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011 e 2005).

O consumo de produtos industrializados no Brasil quadruplicou nos últimos 30 anos. Do total de calorias presentes na dieta (determinados pela aquisição de alimentos nas áreas metropolitanas brasileiras e no município de Goiânia) que correspondem a embutidos cárneos em 1987/1988 somavam 1,5% e em 2002/2003 esse valor passou para 3% (LEVY-COSTA et al., 2005). O aumento no consumo de alimentos com alta concentração de gordura eleva o

risco de ocorrência das doenças cardiovasculares e da obesidade. Internações por Acidente Vascular Cerebral (AVC), infarto do miocárdio e outras doenças isquêmicas oneraram, em 2010, quase US\$ 20 milhões o sistema de saúde brasileiro (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA, 2011).

Do ponto de vista fisiológico, a gordura é uma fonte solúvel de vitaminas, ácidos graxos essenciais e precursores de prostaglandinas. A gordura é o componente mais concentrado em energia na dieta, fornecendo 125% mais calorias que as proteínas e os carboidratos.

Os componentes gordurosos dos alimentos contribuem como chave nos benefícios sensoriais e fisiológicos, quando combinados com a percepção dos sentidos na boca, tato e aroma. A gordura aumenta a sensação de saciedade durante as refeições. Nos alimentos atua na cremosidade, aparência, palatabilidade, textura e lubrificação. Também podem carregar componentes lipofílicos que atuam como precursores de desenvolvimento e estabilizantes de sabor e odor (LELAND, 1997).

Polkinghorne e Thompson (2010) destacaram alterações na demanda do consumidor de produtos cárneos, causando um impulso sem precedentes na transformação e na evolução do sistema de ingredientes dentro do setor industrial da carne. Os consumidores exigem produtos cárneos mais saudáveis como os baixos em sal, colesterol, nitritos, gordura e consequentemente calorias, ou ainda, produtos que contenham ingredientes bioativos capazes de promover a saúde, como os carotenoides, ácidos graxos insaturados, esteróis e fibras. Por outro lado, os consumidores esperam que os produtos com formulações modificadas possuam mesmo sabor, aparência e aroma quando comparados aos seus homólogos tradicionalmente formulados e processados.

1.2.2 Ministério da Saúde e Iniciativa Privada

Em 2010, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) desenvolveu uma pesquisa sobre o perfil nutricional dos alimentos processados prontos para o consumo. Os resultados encontrados demonstraram que existe uma grande variabilidade nos teores de gordura, sódio e açúcares para uma mesma categoria de alimentos. Isto significa que há possibilidades de redução destes ingredientes sem que isso represente elevado impacto na tecnologia de produção. Dentre os resultados encontrados na pesquisa, destacaram-se os observados para as gorduras saturadas, pois existe uma gama de marcas de alimentos que possuem teores superiores à média encontrada na respectiva categoria (ANVISA, 2011).

Somente a diminuição da quantidade de gordura adicionada nos alimentos não é a única opção para a obtenção de um produto com baixo teor lipídico. O desenvolvimento de

produtos cárneos com reduzido teor de gordura consiste em promover uma combinação de ingredientes não-cárneos passíveis de substituir a gordura. Na maioria dos casos estes ingredientes são capazes de incorporar maiores quantidades de água no produto.

Para segurança do consumidor em relação a possíveis fraudes, a Portaria número 27 da ANVISA de 1998 (BRASIL, 1998) regulamenta a denominação de produtos cárneos. Esta portaria determina que se utilize a nomenclatura de baixo teor de gorduras totais, a relação gordura total e sólidos deve ser de 3 g de gordura em 100 g do sólido, o que é inviável para a obtenção de uma emulsão verdadeira. O mesmo documento destaca que em produtos denominados “reduzido teor de gordura”, a diminuição deve ser de no mínimo 25%, ou ainda, maior que 3 g de gordura por 100 g de sólido.

1.2.3 Combinação de ingredientes e como estabelecer emulsões estáveis

O recente conceito de *combifood* proporciona o desenvolvimento de produtos cárneos através da incorporação de ingredientes de diferentes origens (vegetal, lácteas, microbiana, etc.) passíveis de substituir a gordura. Na maioria dos casos estes substitutos geilificam maiores quantidades de água no produto. Este conceito apresenta novas fontes para criar produtos palatáveis e de multicomponentes alimentícios (FAROUK, 2011).

A incorporação de gordura nas emulsões contribui também para a estabilidade estrutural dos produtos, devido às propriedades de ligas reológicas e estruturais (HUGHES et al., 1997). Deste modo, torna-se difícil a preparação de emulsionados com baixo teor de gordura como relatam Carballo et al. (1995).

Quando a gordura está em contato com a água, ocorre uma alta tensão superficial entre as duas fases. Assim, estas misturas são geralmente instáveis quando agentes emulsificantes ou estabilizantes não estão presentes. Os agentes emulsificantes auxiliam na redução da tensão superficial entre as fases, permitindo a formação da emulsão com menor quantidade de energia, bem como sua estabilidade. As moléculas destes agentes deverão ter afinidade tanto com a água quanto com a gordura (HEDRICK et al., 1994).

A estabilidade da massa cárnea é o principal fator de qualidade dos produtos emulsificados, sendo destacado também como fator econômico pela indústria durante todas as etapas de processamento. A estabilidade está relacionada com a retenção de água e gordura. Uma característica importante dos produtos cárneos é sua habilidade de ligar vários componentes e proporcionar coesividade do produto (MADRUGA, 2010), conferindo textura firme ao fatiamento e na mastigação.

1.2.4 Propriedades das proteínas em emulsões cárneas e a formação de géis estáveis

Com base nas suas funções fisiológicas e de solubilidade, as proteínas musculares são geralmente classificadas em três grupos: sarcoplasmáticas, miofibrilares e estromais. Os trabalhos realizados por Fukazawa et al. (1961) e MacFarlane et al. (1977) mostraram que as proteínas sarcoplasmáticas possuem capacidade de gelificação menor quando comparadas às proteínas miofibrilares, em especial a miosina, e a pouca contribuição nas interações do mecanismo de geleificação. Embora algumas proteínas do estroma, particularmente o colágeno, sejam capazes de formar géis sob condições de aquecimento apropriadas, estas desempenham um papel muito pequeno na ligação e estabilidade de produtos cárneos triturados (NUCKLES et al., 1991).

Proteínas miofibrilares são excelentes agentes gelificantes e em grande parte responsáveis pelas características estruturais e de textura dos produtos à base de carne (ROBE et al., 1993; XIONG, 1993). Através do processo de geleificação térmica, estas proteínas exercem uma força de coesão para ligar partículas à base de carne e para estabilizar as gotículas de gordura na matriz do gel (XIONG, 1993). A funcionalidade deste tipo de proteína na formação do gel é influenciada por vários fatores, incluindo pH, concentração de sal (força iônica) e ingredientes como os hidrocolóides, que são adicionados para modificar as características de textura em carnes processadas e agregar água (ALLAIS, 2010).

As proteínas são insolúveis em pH fisiológico, encontrando-se associadas ao músculo em uma estrutura altamente organizada, porém tornam-se solúveis na presença de sais. Elevadas concentrações de Cloreto de Sódio (NaCl) (geralmente superior a $0,6 \text{ mol L}^{-1}$), conferem força iônica elevada, despolarizando filamentos de miosina; enquanto concentrações baixas de fosfato ($5\text{-}15 \mu\text{mol L}^{-1}$), nomeadamente pirofosfatos, são capazes de dissociar o complexo actina-miosina (XIONG, 1993; LAWRIE, 1985).

Soluções de proteína são convertidas em géis por uma série de processos que aumentam as interações intermoleculares. A interação entre proteínas e polissacarídeos pode resultar em três consequências: a co-solubilidade, a incompatibilidade, ou complexante (formação de gel). A co-solubilidade é a mais incomum, tendo em conta a natureza polimérica das proteínas e polissacarídeos na presença de vários grupos funcionais em suas macromoléculas. As interações entre proteínas e polissacarídeos são de natureza repulsiva ou atrativa, responsáveis tanto pela compatibilidade quanto incompatibilidade (TOLSTOGUZOV, 1991). A interação covalente é na maior parte de pontes dissulfeto. Interações não covalentes (ligações de hidrogênio, interações hidrofóbicas e interações eletrostáticas), estão presentes em vários graus, e é essa mistura de interações covalentes e

não covalentes que determina a estrutura do gel de proteína, fornecendo uma gama de propriedades funcionais dos géis.

As interações entre proteínas e polissacarídeos são estudadas com o objetivo de esclarecer os mecanismos de formação da estrutura e as propriedades dos sistemas alimentares, líquidos e do tipo gel. Estudos recentes (PÉREZ-MATEOS, 2001; CHIN et al., 2009; FAROUK et al., 2011) foram realizados com o objetivo de investigar os mecanismos de interação entre as proteínas da carne e hidrocolóides na formação de géis e seus efeitos na textura e ligação com água e gordura em produtos cárneos. A estrutura do gel de proteína também é responsável pela fatiabilidade que é percebida como textura nos alimentos. Por exemplo, a dureza, é percebida como a força da primeira mordida necessária para causar fratura, e é um atributo sensorial comumente avaliado nos alimentos (FOEGEDING et al., 2011).

1.2.5 Substitutos e miméticos de gordura animal

A gordura pode ser reduzida com a reformulação dos alimentos, utilizando-se diferentes ingredientes a base de carboidratos e proteínas tanto individualmente quanto combinados. Estes ingredientes possuem grande variabilidade química, com diversidades funcionais, propriedades sensoriais e efeitos fisiológicos distintos.

1.2.5.1 Gordura Vegetal

A Associação Americana do Coração – AHA (2006) recomenda, com alta prioridade, que as indústrias substituam as gorduras ricas em ácidos graxos saturados por gorduras vegetais. Nas últimas décadas, a indústria de gorduras vegetais direcionou suas pesquisas para o desenvolvimento de gorduras especiais com características específicas para atender seus diferentes clientes do setor de alimentos (BOTTAN, 2010). Neste contexto, atualmente a gordura vegetal hidrogenada é um ingrediente versátil amplamente utilizado pela indústria de alimentos, devido à sua durabilidade, elevada estabilidade sob altas temperaturas e teores mínimos de ácidos graxos trans (MOZAFFARIAN et al., 2007).

A hidrogenação é realizada em altas temperaturas e pressões com o intuito de modificar a composição, estrutura e consistência do óleo. O resultado deste processo é a redução do grau de insaturação do óleo e de seu ponto de fusão, aumentando a estabilidade oxidativa e funcionalidade das frações semi-sólidas produzidas (RIBEIRO et al., 2007). No decorrer do processo, algumas das duplas ligações dos ácidos graxos são eliminadas, enquanto uma proporção significativa de duplas ligações *cis* são isomerizadas através de conversão *cis-trans* e de mudança posicional ao longo da cadeia.

No passado, a formação de isômeros *trans* foi considerada vantagem tecnológica, uma vez que, devido a seu maior ponto de fusão em relação aos correspondentes (isômeros *cis*), favoreciam a criação dos níveis de sólidos desejáveis das gorduras hidrogenadas. Contudo, atualmente as preocupações com os efeitos dos ácidos graxos *trans* na saúde têm aumentado, uma vez que estes isômeros são estruturalmente similares às gorduras saturadas, modificam funções metabólicas das gorduras polinsaturadas e competem com os ácidos graxos essenciais em vias metabólicas complexas (RIBEIRO et al., 2007).

O desafio da indústria de alimentos na substituição da gordura *trans* em diversos produtos reside no desenvolvimento de formulações que apresentem funcionalidade equivalente e viabilidade econômica, não acarretando, entretanto, aumento substancial do teor de ácidos graxos saturados nos alimentos. Assim, a interesterificação de misturas de óleos vegetais totalmente hidrogenados ou de frações mais saturadas com óleos líquidos vem sendo utilizada para produção de gorduras com ausência de ácidos graxos *trans* e com propriedades funcionais específicas.

As gorduras vegetais são utilizadas para substituir toucinho em produtos cárneos, com resultados favoráveis na aceitação sensorial em níveis de substituição abaixo de 30% (FERNANDEZ-GUINES et al., 2005). Ospina et al. (2010) concluíram em seu estudo com diferentes gorduras e faixas de temperatura a impossibilidade de reproduzir as características do toucinho em produtos processados. Contudo, a substituição parcial foi completamente viável.

1.2.5.2 Miméticos de gordura

Os miméticos de gordura são substâncias que imitam propriedades sensoriais ou físicas dos triglicerídeos, mas que não podem substituir a gordura, apenas imitam sua função. O valor calórico dos miméticos de gordura varia de 0-4 kcal g⁻¹. Os miméticos de gordura geralmente absorvem uma quantidade substancial de água, são adequados para o cozimento e autoclavagem. Geralmente menos saborosos que as gorduras, pois carregam sabores solúveis em água (AKOH, 1998; IZYDORCZYK, 2005). Os hidrocolóides podem ser classificados neste grupo.

Diversos hidrocolóides são utilizados para auxiliar na estabilidade dos alimentos, reforçando a cimentação do gel na matriz e proporcionando a estabilidade do sistema (OLIVO, 1995; SHIMOKOMAKI, 2006). Os principais extensores utilizados em produtos cárneos são os derivados de leite, de soja e de cereais (JIMENEZ-COLMENERO et al., 2005). De acordo com Keeton (1994) os substitutos de gordura mais frequentemente usados

nos Estados Unidos são as proteínas de soja texturizada e granulada, a concentrada e a isolada; leite em pó desengordurado, caseinatos, proteínas do soro de leite, farinha de trigo e glúten.

Em produtos cárneos, as gomas mais frequentemente usadas como espessantes com baixo teor de gordura incluem a xantana, guar e carragena (GIESE, 1996). Gomas são moléculas de alto peso molecular, carregadas negativamente, usadas para aumentar a viscosidade, como estabilizadores e agentes geleificantes.

As carragenas são frequentemente utilizadas em produtos cárneos, contudo atualmente a escassez da carragena tem elevado os preços deste ingrediente. A indústria alimentícia busca alternativas à carragena, tais como a goma guar e o alginato. Estes hidrocolóides apresentam capacidades similares às da carragena na retenção de água, variando de 1:20 a 1:25 (unidade de ingrediente para unidades de água).

Vale ressaltar que o teor permitido pela legislação (BRASIL, 2006) para adição de carragena é de 0,5%, portanto superior aos teores de alginato de sódio e guar, cujos limites são de 0,3%. A literatura (XIANG; HOLLEY, 2011) indica que a mistura de ingredientes funcionais é mais adequada como substitutos de gordura em produtos cárneos, e não a incorporação de somente um ingrediente.

1.2.5.3 Alginatos

O alginato de sódio possui habilidade de geleificação, e vem sendo investigado e utilizado na formulação de alimentos para melhorar as características de textura. Apesar de sua extensa aplicação na indústria de alimentos, o alginato de sódio tem recebido pouca atenção para o uso em produtos cárneos, devido aos relatos de dificuldades na formação de emulsão estável. Entretanto, as propriedades de geleificação do alginato de sódio quando combinado com íons de cálcio, demonstram vantagens potenciais (BOLES; SHAND, 1998; MEANS; SCHMIDT, 1986).

O alginato é o mais abundante biopolímero marinho. Sua extração é realizada de algas marrons, podendo ser obtido economicamente de maneira ultrapura, preparado de forma neutra ou carregada, isto possibilita a compatibilidade com uma ampla gama de substâncias. A molécula pode ser produzida sobre medida dependendo da utilização desejada, mais de duzentos tipos diferentes de alginato foram fabricados (PANDEY; KHULLER, 2005).

O alginato é da família dos polissacarídeos não ramificados, composto de moléculas de ácido α -L-gulurônico (G) e resíduos de ácido β -D-Manurônico (M) agrupados em blocos de homopolímeros do tipo MM, GG e também heteropolímeros em blocos MG. Os alginatos

com mais moléculas M são os mais adequados na utilização como espessantes, já os com elevada concentração de G possuem melhor gelatinização. Os géis de alginato com alto conteúdo de G exibem alta porosidade, baixa flexibilidade durante o congelamento, e não se incham após a secagem. Quando M tem uma maior concentração, o gel torna-se mais suave e mais elástico, encolhível, com reduzida porosidade, e inchaço após secagem (PANDEY; KHULLER, 2005).

Com cátions como o sódio, os alginatos formam géis fortes caracterizados pela resistência e flexibilidade. A relação M/G é importante para o resultado nos produtos desenvolvidos. O decréscimo nesta relação provoca a exigência por mais cátions para que as ligações cruzadas sejam formados. Os cátions participam das ligações entre cadeias dos blocos G, produzindo estruturas tridimensionais que estão relacionadas com esta concentração (PANDEY; KHULLER, 2005).

O pH atua diretamente sobre o alginato causando efeitos altamente perceptíveis que influenciam diretamente em sua aplicação nos alimentos. Em meio ácido o fenômeno é de inchaço, enquanto que em meio alcalino é observada quebra e reduzida absorção de água, quando comparado ao meio ácido (PANDEY; KHULLER, 2005).

1.2.5.4 Goma Guar

O guar é uma resina ou seiva extraída do córtex ou do mesocarpo dos frutos da árvore do Guar (*Cyamopsis tetragonolobus*). Sua goma é uma fibra que se torna um gel em contato com a água e por isso é muito utilizada em compostos medicinais. Atualmente é utilizada como parte de fórmulas de suplementos à base de fibras que visam o controle de peso, reduzindo a captação de gordura e colesterol no conteúdo gastrointestinal (BONTEMPO, 2008).

Os polissacarídeos hidrofílicos despertam muita atenção, entre eles a goma guar é considerada uma candidata potencial, pois possui estabilidade à degradação microbiana e intestinal. Ela consiste em unidades de (1-4) β -D-manopiranosil unidas por ligações (1-6) em cadeias lineares. A goma guar contém 80% de galactomanana, 12% de água, 5% de proteínas, 2% de cinzas insolúveis, 0,7% de cinzas solúveis e 0,7% de lipídios. Esta goma é solúvel em água gelada e possui rápida hidratação produzindo viscosidade pseudoplástica sendo uma solução de baixo cisalhamento e alta viscosidade quando comparada à outros hidrocolóides (PRABAHARAN, 2011).

Atualmente não há um único ingrediente ideal que possa recriar todos os atributos sensoriais e funcionais da gordura. Um bom resultado vem de uma abordagem de sistemas

que utilizam vários ingredientes combinados (*combifood*) para assim alcançar as características da gordura. Muita ênfase está sendo colocada em substitutos termoestáveis para manter o sabor e a textura dos alimentos fritos, cozidos, embutidos e fermentados.

1.2.6 Emulsões

As emulsões de alimentos possuem sua origem na evolução das espécies animais, por exemplo, o leite que permite a dispersão de suas moléculas de gordura em uma solução aquosa. Deste modo, os primeiros agentes emulsificantes foram naturais. Na indústria alimentícia o exemplo clássico é a maionese, que utiliza de fosfolipídios do ovo para dispersar o óleo na fase aquosa acidificada. Os emulsificantes sintéticos começaram a ser utilizados na segunda metade do século XX, para atender as necessidades da indústria alimentícia possibilitando a produção de alimentos diferenciados e com maior vida de prateleira (VASEL, 2009).

A estrutura básica de uma emulsão cárnea pode ser considerada uma mistura na qual os constituintes cárneos finamente divididos dispersam-se de modo análogo em uma dispersão de gordura em água, a fase descontínua é a gordura e a fase contínua é constituída por uma solução aquosa de sais e proteínas. Estas proteínas são insolúveis em suspensão como as fibras musculares ainda dentro do sarcolema e restos de tecido conjuntivo. Os principais agentes emulsificantes são proteínas cárneas solúveis em solução salina (proteínas miofibrilares). As proteínas sarcoplasmáticas e as do estroma (solúveis em água) não tem capacidade de emulsificar a gordura (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Em produtos cárneos a emulsão é geralmente definida de acordo com sua aparência. Pois parte da carne está finamente cominuída de tal modo que sobre a superfície do produto não existe distinção entre as partes. Do ponto de vista do processo de cominuição dos produtos, eles são geralmente classificados de acordo com o modo de estabilização, através do tratamento térmico utilizado no processo de emulsificação, que pode ser cru, cozido ou pré-cozido (VASEL, 2009).

Para produtos cárneos isto é evidente, pois a emulsão é sempre seguida de um tratamento térmico que tem como objetivo estabilizar as múltiplas fases da massa e conferir ao produto final propriedades sensoriais aceitáveis. Emulsões do tipo cozida são nomeadas de “emulsões frias”. O pré-cozimento em produtos cárneos é denominado de “emulsões quentes” que são caracterizados e produzidos por dois tratamentos térmicos. O primeiro tratamento é o pré-cozimento, em torno de 80°C, e o segundo tratamento térmico é o cozimento de finalização do produto (ALLAIS, 2010).

Literalmente, a emulsão consiste em dois líquidos imiscíveis com um líquido disperso, são pequenas gotículas dispersas em outra fase denominada de fase contínua. O termo “emulsão cárnea” tem sido usado como um termo geral para definir uma mistura de carnes finamente picadas. Este termo é ainda questionado. Em emulsões frias a emulsão não é uma emulsão verdadeira, mas em média possui fases múltiplas. Sendo que na fase dispersa está contida a fase múltipla que possui as partículas sólidas de gordura com tamanho aproximado de 1 a 50 μm , gotículas de gordura líquida e bolhas de ar. A fase contínua está misturada com a água, proteínas, sal, carboidratos, e várias partículas fibrosas (ALLAIS, 2010).

As proteínas miofibrilares, fundamentalmente a miosina devido seu caráter polar, atuam como ponte de ligação entre a água e a gordura; tendem a colocar-se na interfase água/gordura com sua parte hidrófoba voltada para a gordura e a parte hidrófila para a água. Associam-se umas às outras formando na superfície da gota de gordura em uma matriz proteica ou película dotada de viscoelasticidade que lhe confere resistência mecânica relacionada diretamente com a concentração de proteína por unidade de área. A área limite para que exista esta resistência é conhecida com o nome de área superficial crítica, acima dela a membrana perde sua resistência mecânica (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A eficácia emulsificante das proteínas e a estabilidade da emulsão cárnea depende de vários fatores, dentre eles temperatura, pH, tamanho das gotículas de gordura, pré-mistura e viscosidade da emulsão (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A temperatura maior que 15°C proporciona rompimento da dispersão, há diminuição na viscosidade, desnaturação proteica que diminui a capacidade emulsificante, fusão de gotículas de gordura aumentando a área superficial crítica e coalescência da gordura. O valor de pH afeta a emulsificação devido seu efeito sobre as proteínas, as proteínas miofibrilares alcançam sua máxima capacidade emulsificante quando o pH está próximo da neutralidade. Como a faixa de pH considerada normal está entre 5,8 e 6, a capacidade emulsificante das proteínas cárneas se eleva com o aumento da concentração de sal. A pré-mistura dos ingredientes de cura tem efeito positivo na capacidade emulsificante das proteínas, aumentando-a sensivelmente. Aparentemente neste período ocorre facilitação da dissolução proteica atuando na maior participação na formação de emulsões (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Ainda existem algumas controvérsias ligadas ao mecanismo de estabilização das emulsões cárneas. Tradicionalmente a mais ampla teoria aceita para as massas cárneas é a do comportamento clássico da emulsão óleo em água, onde partículas de gordura são dispersas em uma solução aquosa contínua junto com as proteínas cárneas formando um filme protéico

interfacial ao redor das partículas de gordura. Por outro lado, alguns estudos tem demonstrado que a habilidade de formação de gel das proteínas cárneas é o principal fator estabilizante. Microscopias obtidas de massas emulsionadas de aves mostram que é existente o arranjo organizado na matriz antes do cozimento. Resultados recentes sustentam a hipótese que emulsões cárneas são provavelmente estabilizadas pelo aprisionamento de óleo através do revestimento superficial destas gotículas realizados pelos agentes emulsificantes (ALLAIS, 2010).

Em “emulsões quentes”, devido à temperatura ($>35^{\circ}\text{C}$), a maior parte da gordura está líquida e o termo “emulsão” parece mais apropriado do que para as emulsões frias. Ainda existem alguns pequenos elementos que permanecem sólidos (colágeno), as proteínas ainda não equacionaram completamente as partículas gordurosas. Entretanto, seja talvez melhor utilizar o termo massa ou matriz ao invés de emulsão cárnea e o termo “produto finamente cominuído” ao invés de “produto emulsificado”. Embora muito similar, o fenômeno básico encontrado é decorrente de misturas cárneas finamente picadas e também de emulsões verdadeiras (ALLAIS, 2010).

1.2.6.1 Teoria da emulsão

Durante a emulsificação, a área interfacial entre as fases é drasticamente aumentada e alta quantidade de energia mecânica é requerida. É alta a tensão interfacial e a energia requerida para alcançar a emulsificação. Assim, emulsificantes induzem a formação da emulsão através da redução da tensão interfacial. Eles também aumentam a estabilidade da emulsão. A miosina é o maior emulsificante em produtos cárneos cominuídos; pois a cabeça pesada da meromiosina está voltada para a fase hidrofóbica e a calda leve da meromiosina orientada para a fase aquosa. Emulsões são definidas como termodinamicamente instáveis. Entretanto a estabilidade da emulsão é somente cineticamente estável. Diferentes mecanismos estão envolvidos na instabilidade: cremosidade ou sedimentação (ALLAIS, 2010).

A dissolução espontânea “*Ostwald ripening*” que é a dissolução de transporte sendo o modo de dispersão da fase de pequenas gotículas para gotas maiores. Coalescência é o processo no qual duas gotículas combinam-se para formar uma só gota; a floculação é a agregação de gotículas devido às colisões (ALLAIS, 2010).

O tamanho das gotículas é o parâmetro chave determinante da desestabilização cinética da emulsão. Grandes gotículas tendem a sedimentação e a coalescência enquanto que emulsões finamente dispersadas são menos sensíveis a floculação e a dissolução espontânea.

A estrutura físico-química e as propriedades sensoriais das emulsões dependem das interações colóidais e moleculares, que determinam se as gotículas da emulsão permanecerão

agregadas ou em fases separadas. Estas interações afetam a funcionalidade das proteínas e os atributos de emulsificação, geleificação e retenção de água. As principais forças moleculares são eletrostaticamente repulsivas, como as forças atrativas de Van der Waals e sobreposições estéricas. Pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas são de ordem superior das interações que ocorrem entre grupos químicos específicos comumente encontrados em moléculas alimentares. Pontes de hidrogênio e atrações eletrostáticas aparecem com mais importância e parecem participar da ligação com o filme protéico à sua matriz proteica. Interações hidrofóbicas são fontes de ligações atrativas, este ato é entre grupos não polares separados pela água. Isto acontece quando superfícies não polares não são completamente convertidas pela emulsificação (durante a homogeneização ou em baixa concentração do emulsificante) ou ainda porque a emulsificação tem mais regiões hidrofóbicas expostas do que a fase aquosa (ALLAIS, 2010).

A hidrofobicidade proteica é importante para produção efetiva do filme protéico e da estabilização da matriz proteica. Durante o aquecimento as proteínas miofibrilares começam a desnaturar deixando vários domínios hidrofóbicos expostos. Interações hidrofóbicas são mais prováveis como na agregação proteica e na imobilização dos glóbulos de gordura via aprisionamento físico (ALLAIS, 2010).

1.2.7 Mortadela

A mortadela destaca-se como um produto emulsionado cárneo de fácil mastigabilidade, baixo custo, amplamente consumido, de odor intenso e com teores significativos de gordura. De acordo com informações da POF (2008-2009) publicados pelo IBGE 2011 o consumo médio per capita de mortadela no Brasil é de 550 g/ano. Sendo 512 g/ano no meio urbano e 475 g/ano no meio rural. Quanto à faixa etária, o consumo está distribuído em adolescentes, adultos e idosos respectivamente em 657, 511 e 292 g/ano. Na classificação do consumo quanto às classes de rendimento total e variação patrimonial familiar per capita, se observa que até R\$ 296,00 consumo é de 475g/ano; entre R\$296,00 e R\$571,00 a ingestão é de 620 g/ano e de R\$571,00 a R\$ 1089,00 o consumo é de 657 g/ano. Enquanto que com renda acima de R\$ 1089,00 a ingestão é de 292 g/ano. Estes dados confirmam o amplo consumo nacional da mortadela.

A legislação brasileira, Instrução Normativa 04 de 05/04/2000 (BRASIL, 2000), do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), define mortadela como produto industrializado, obtido da emulsão de carnes de diferentes animais, acrescida ou não de toucinho, adicionado de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, em diferentes formas e submetida à tratamento térmico adequado. Os requisitos estabelecidos

para mortadelas são teores máximos de carboidratos totais de 10%, amido 5%, umidade de 65%, gordura de 30% e proteína mínima de 12%.

Para as Mortadelas Bolonha e Italiana, os limites para carboidratos totais são de 3% e de 35% para gordura, é vedada a utilização de amido e proteínas não cárneas exceto proteínas lácteas (BRASIL, 2000). Assim, é grande a concentração de gordura na mortadela, deste modo, a mortadela é um embutido cárneo emulsificado com potencial de redução de gordura. A utilização de diferentes substitutos proporciona obtenção de mortadelas com distintos teores lipídicos que podem atender à diferentes demandas de mercado.

Algumas tabelas de composição de alimentos nacionais e internacionais são destacadas para que haja um padrão de composição alimentar. No Brasil há a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), desenvolvida pela Universidade de Campinas (Unicamp) e a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCAUSP, 2013), desenvolvida pela Universidade de São Paulo (USP), ambas possuem informações nutricionais quanto à mortadela. Contudo a tabela apresentada pelo United States Department of Agriculture (USDA, 2013) possui valores de composição referentes à mortadela Bologna tradicional e o produto *low fat* (Quadro 1).

	Composição	Unicamp	USP	USDA	
		Mortadela	Mortadela Bologna	Mortadela Bologna	Mortadela Bologna <i>low-fat</i>
	Umidade (g)	56,4	60	51,87	63,40
	Proteína (g)	12	12,5	15,20	11,50
	Lípidios (g)	21,6	18,8	24,59	19,30
Ácidos graxos (g)	Saturados	6,1	-	9,30	7,308
	Insaturados	-	-	-	-
	Monoinsaturados	8,1	-	10,526	9,145
	Polinsaturados	4,7	-	1,120	1,639
	C14:0	0,17	-	-	-
	C16:0	4,15	-	-	-
	C18:0	1,74	-	-	-

Quadro 1 - Composição Centesimal e lipídica de mortadela segundo instituições brasileiras e norte-americanas em (g/100 g⁻¹ de produto)

Tobin et al. (2013) avaliaram o impacto da redução de gordura e/ou sal nas propriedades físico-químicas e sensoriais de salsichas elaboradas com carne suína. A gordura variou de 37,5 a 22,5%. A coloração do produto foi influenciada pelo teor de umidade e de gordura do produto. A luminosidade foi maior nos tratamentos com maior teor lipídico. Os

teores de proteína afetaram diretamente as propriedades de textura, principalmente a elasticidade. A elasticidade foi maior em produtos com teor reduzido de gordura e maior teor proteico, uma vez que neste estudo à medida que a gordura foi reduzida, o teor proteico foi aumentado. Pode-se concluir que é viável a redução de gordura, contudo há perdas significativas na aceitação sensorial.

Tobin et al. (2012) avaliaram os efeitos da redução de sódio e de lipídios em 20 formulações de uma classe específica de emulsionados (frankfurters). Os resultados apontam que os produtos com reduzidos níveis de gordura (10 e 15%) e quantidades elevadas de sal foram mais aceitos pelos consumidores. Os tratamentos com menor percentual de gordura foram mais resistentes à deformações, menos suculentos e apresentaram maiores perdas durante o cozimento. Os valores de luminosidade, mastigabilidade, coesividade, e elasticidade foram maiores em produtos com maior teor lipídico. Este estudo demonstrou que na classe de emulsionados avaliada, expressivas reduções de gordura são viáveis sem alteração significativa da aceitação global do produto.

Guerra et al. (2011) reduziram a gordura animal em mortadela de carne ovina utilizando carne de cabra como substituto, os produtos foram elaborados com 10, 20 e 30% de gordura. Este trabalho obteve maior apreciação sensorial para o tratamento com menor quantidade de gordura (aparência 7,4; odor 7,5; sabor 7,6; Impressão global 7,3), com exceção da textura, no qual a incorporação de gordura proporcionou maiores notas de aceitação sensorial.

Choi et al. (2010) avaliaram o efeito da substituição do toucinho por óleos vegetais (uva, milho, canola e soja) e fibra de arroz em salsichas com reduzido teor de gordura. Para os produtos formulados a base de óleo vegetal houve aumento do pH, menor perda de peso após o cozimento e menor intensidade de oxidação lipídica. Estes resultados foram também relatados por Choi et al. (2008) que também utilizaram fibra de arroz em suas formulações, ambos os trabalhos tiveram maior aceitação sensorial nos produtos com teor reduzido de gordura.

Segundo Feng et al. (2013), que avaliaram o perfil sensorial de salsichas Cantonese estilo chinês com substituição de 28% gordura por gel de arroz, este produto possuiu características idênticas às tradicionais, demonstrando que esta substituição é alternativa potencial para a elaboração de salsichas mais saudáveis. Embora a salsicha desenvolvida tenha apresentado maior intensidade de amarelo (b^*), as diferenças de aparência não foram relevantes para o consumidor.

Jimenez-Colmenero et al. (2010) investigando a influência do azeite de oliva como substituto do toucinho e de estabilizantes (caseinato, proteína isolada de soja, transglutaminase microbiana e proteína animal) em emulsionado tipo frankfurters com 18% de lipídios, observaram excelentes propriedades de emulsificação com a água sem liberação de exsudato após o cozimento. Houve mudanças perceptíveis quanto à textura (adesividade, coesão, dureza e mastigabilidade). Contudo, a aceitação sensorial do frankfurters com teor reduzido de gordura foi semelhante ao produto tradicional. Estas conclusões são condizentes com as apresentadas por Herrero et al. (2012) que desenvolveram o mesmo produto, também com azeite de oliva como sucedâneo de gordura animal, entretanto com aproximadamente 14% de gordura.

Zhou et al. 2010 avaliaram os efeitos da interação entre a carragena, goma gelana e goma de linhaça sobre os atributos de qualidade de emulsões tipo salsichas. A carragena provocou aumento expressivo na fluidez da massa, baixa leveza e coesividade. A goma gelana teve efeito notável na redução na fluidez aumentando a viscosidade e produzindo, assim, a melhor emulsão. Goma de linhaça aumentou a estabilidade da emulsão e a dureza. Todas as três gomas provocaram aumento na coloração vermelha e na capacidade de retenção de água. Concluiu-se que os valores ideais de adição destas gomas são elevados 11-27% para a carragena; 67-82% para a goma gelana e máximo de 12% para a goma de linhaça.

Bortoluzzi (2009) utilizou fibra de polpa de laranja nas proporções de 1 e 3% para reduzir a gordura em mortadela de frango para 4 e 16%, comparando-as com grupo controle contendo 24% de gordura. Os resultados apresentaram redução na aceitação sensorial dos produtos desenvolvidos com mais de 1% de fibra. Destaca-se também a elevação da coloração amarela nos produtos desenvolvidos (b^*).

Barreto (2007) utilizou inulina e, dentre outros cereais, a fibra de trigo para reduzir extremamente a quantidade de gordura suína na mortadela e agregar água ao produto. Todas as notas referentes aos testes sensoriais foram menores quando comparadas às notas obtidas pelo tratamento controle. A inulina aumentou os valores de luminosidade do produto. A fibra de aveia diminuiu os valores de b^* . A textura foi influenciada pela fibra aumentando a dureza e elasticidade enquanto que coesividade e elasticidade foram reduzidas. Não houve efeito da adição das fibras utilizadas na resposta da cor para a intensidade de vermelho (a^*) e na estabilidade da emulsão para as mortadelas com teor reduzido de gordura suína.

1.2.8 Análise sensorial e influência da idade dos provadores

Na indústria alimentícia moderna, a avaliação das características sensoriais dos alimentos, da forma como elas são percebidas pelos consumidores, é um componente essencial no processo de desenvolvimento, otimização, melhoria da qualidade e avaliação do potencial de mercado dos produtos.

A função básica da Análise Sensorial é a obtenção de medidas subjetivas de características sensoriais de produtos alimentícios, tais como aparência, cor, sabor, textura e aroma. Dentro das diversas metodologias utilizadas pela Análise Sensorial em nível de painéis treinados, encontra-se a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®).

A ADQ é uma metodologia utilizada para caracterizar o perfil sensorial de um produto, descrevendo seus atributos sensoriais e os quantificando. Esta análise inclui avaliação, comparação e discriminação de atributos, pela descrição das impressões do produto como um todo ou por características individuais, esta metodologia foi descrita por Stone (1974). Nesta metodologia os provadores são qualificados antes da avaliação final e desenvolvem a habilidade de avaliar amostras individualmente. São utilizadas escalas de categorias não estruturadas, os atributos sensoriais são caracterizados e suas intensidades relativas são quantificadas.

O desenvolvimento do painel sensorial necessita de reflexão e planejamento no que se faz referência à necessidade inerente do painel treinado. Assim, é essencial a organização, gestão das sessões, triagem de amostras, referências para os atributos, além do treinamento, disponibilidade e o interesse dos candidatos ao painel, que dependem de critérios rigorosos para a seleção e no treinamento (MEILGAARD et al., 2007).

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) apresenta-se como uma metodologia que representa um dos métodos mais completos e sofisticados para a caracterização sensorial de atributos importantes de um produto alimentício. Desta forma é possível saber exatamente quais atributos sensoriais devem ser atenuados, intensificados, suprimidos ou acrescentados em um produto para melhor atender às expectativas do consumidor (ELLENDERSEN, 2010).

Diferentemente da metodologia do ADQ, o teste com consumidores são utilizados quando o objetivo é avaliar a aceitação do produto, ou seja, quanto o público gostou ou desgostou do produto. Por meio do teste de aceitação é que as propriedades relativas de interesse da qualidade sensorial do alimento são identificadas e adequadamente estudadas.

Naturalmente, como qualquer técnica ou análise, a avaliação sensorial apresenta algumas desvantagens, como o tempo envolvido, a dependência dos fatores ambientais e emocionais relacionados ao instrumento de medida, o homem, o que pode acarretar em

resultados tendenciosos de análise. Pode-se citar, também, a possível falta de acurácia e precisão dos dados, causados pela avaliação do homem (MINIM, 2010).

Segundo a literatura, em produtos cárneos os maiores precursores do sabor podem ser divididos em duas categorias: componentes hidrossolúveis e lipídios. O aroma de carne se desenvolve através das interações não voláteis entre os precursores, incluindo os aminoácidos livres, peptídeos, açúcares redutores, vitaminas, nucleotídeos e ácidos graxos insaturados durante o cozimento. Estas interações incluem as reações de Maillard entre compostos amino e compostos carbônicos, a oxidação de lipídios, a degradação térmica da tiamina, e a interação entre estas vias (MADRUGA; MOTTRAM, 1998).

Os estágios subsequentes da reação de Maillard envolvem a interação destes compostos com outros componentes reativos tais como as aminas, aminoácidos, aldeídos, sulfido de hidrogênio e amônia. São estes passos que promovem o aroma característico de alimentos cozidos e, portanto, são os particularmente interessantes do sabor químico. Outro fator importante avaliado quanto às características sensoriais de carnes é que não há dúvidas de que as peças de espécies animais diferentes tenham sabor característico distinto, e estas diferenças são amplamente explicadas pela diferença nos derivados lipídicos e seus componentes voláteis (MADRUGA; MOTTRAM, 1998).

O sabor e a textura dos alimentos contribuem em grande parte ao prazer associado à ingestão de alimentos e de bebidas. O sabor dos alimentos comumente chamado de “gosto dos alimentos” resulta das interações entre as moléculas voláteis presentes nos alimentos e nas bebidas que nós consumimos e sentimos na química-sensorial que pode ser definida como: o saber do olfato e da gustação (ROZIN; VOLLMECKE, 1986; VROON, 1994; BELLISLE, 2008 apud CAUMON, 2009/2010).

Em cada fase da vida os interesses e as expectativas divergem muito, este fato também pode ser associado com mudanças nas expectativas dos indivíduos frente aos mesmos produtos alimentícios. Os jovens, em geral, estão em fase de descobertas, mudanças e em formação de opinião; deste modo tornam-se alvo fácil de publicidades tendendo aceitar o direcionamento da mídia. Mesmo em avaliações sensoriais com bebês, as influências de meios externos são fatores importantes, tanto que em estudos com bebês as influências da presença dos pais são minimizadas com a utilização de mascaras pelos pais (NICKLAUS, 2011). Um novo enfoque tem sido trabalhado com os indivíduos de maior idade, principalmente na Europa, onde a expectativa de vida é maior, assim, produtos voltados a esta população vem sendo desenvolvidos e testados, uma vez que há indícios de diferentes percepções nesta população.

Na mesma proporção que a idade acompanha um declínio da visão e da audição, acompanha também diminuição na capacidade quimico-sensorial (MURPHY, 1986). Esta queda reflete-se entre outros, limiares de detecção de aumento (diminuição da capacidade de perceber a baixas concentrações) (MOJETTE et al, 2001) e uma diminuição nas medidas supraliminares intensidade percebida (MOJETTE et al., 2003). Vários mecanismos psicológicos foram propostos para explicar o declínio das funções olfativas com a idade, como as mudanças anatômicas e psicológicas do epitélio, dos nervos olfativos, do bulbo olfativo e de uma desaceleração da troca de células sensoriais que conduzem à uma redução do número de receptores olfativos (BOYCE; SHONE, 2006; SCHIFFMAN; GRAHAM, 2000).

No que se refere ao sistema gustativo, o envelhecimento acompanha as mudanças das membranas das células gustativas tendo uma alteração da funcionalidade dos canais iônicos e dos receptores gustativos (MASSON, 2000). A ingestão de certos medicamentos, patologias e fatores ambientais como a exposição à componentes tóxicos podem também contribuir para o declínio da percepção quimico-sensorial. Além disso, as modificações do fluxo e da composição salivar, como os transtornos da mastigação ligados à perda de dentes ou à utilização de próteses dentárias, contribuem para a alteração da percepção química-sensorial e perturbam a liberação dos aromas e dos componentes responsáveis pelo sabor (BOYCE; SHONE, 2006; SCHIFFMAN; GRAHAM, 2000; MASSON, 2000).

No estudo realizado por Kälviäinen, Schlich e Tuorila (2000) com provadores de diferentes idades utilizando morangos, concluiu-se que a idade possui efeitos significativos sobre as percepções sensoriais, no qual a meia idade definiu com mais clareza suas preferências que os jovens. Aysegul, Zehra e Gulum (2005) pesquisaram o efeito da idade nas percepções sensoriais de chás, e concluíram também a existência de efeito significativo da idade dos provadores sobre fatores na aceitabilidade do produto.

Para os idosos, são características sensoriais atraentes os alimentos que possuam fácil mastigabilidade e deglutição (GUNNAR et al., 2008). Neste aspecto, nos produtos cárneos os emulsionados destacam-se, como por exemplo o famoso e histórico sanduíche de mortadela do mercadão São Paulo, que reúne gerações, sendo visível a presença expressiva de consumidores de todas as idades nas dependências do tradicional estabelecimento.

Em 2007 a ONU divulgou no seu relatório dados sobre as alterações na idade da população mundial em que se estima que em 2050 a população com mais de 60 anos irá dobrar em países desenvolvidos, e nas regiões industrializadas o aumento será em torno de

33%. Contudo, para a população com menos de 60 anos estima-se diminuição de 130 milhões de pessoas.

Os dados iniciais do IBGE relativos ao censo de 2010 e os dados efetivos de 2000 demonstram que ao se dividir a população brasileira em quatro diferentes faixas etárias (0-14; 15-24; 25-54 e 55-99) vê-se que nos últimos 10 anos a população adulta e da terceira idade aumentou (em média de 4%), enquanto a população até 24 anos diminuíram (em média 3,5%).

Atualmente existem poucos estudos que tentam explicar as modificações de atitudes comportamentais, da frequência de consumo alimentar ou do estado nutricional das pessoas idosas considerando a química-sensorial (CAUMON, 2009/2010). Com o intuito de estudar o impacto do declínio da capacidade químico-sensorial sobre as decisões alimentares, Griep et al. (1996) estudaram correlações entre idade, sexo, e a sensibilidade olfativa, e das quantidades ingeridas de proteínas animais, vegetais, de ácidos graxos monoinsaturados e de glicídios. Os autores igualmente observaram um efeito da idade para o consumo de proteínas vegetais. Em contraste, não foi observada associação entre a sensibilidade olfativa com a falta de algum nutriente. Em um estudo similar com mulheres de mais de 65 anos, Duffy et al. (1995) não encontraram correlação entre a sensibilidade olfativa e a necessidade energética, glicídica ou proteica. Somente uma correlação positiva foi observada entre a sensibilidade olfativa e o consumo de ácidos graxos saturados, onde este perfil de aporte nutricional conduz a maiores riscos de doenças cardiovasculares.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Estudo aponta grande quantidade de sódio em alimentos industrializados**. 2010. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/657e1c00474594e79c85dc3fbc4c6735/Perfil+Nutricional.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 03 jan. 2012.

_____. **Campanha quer reduzir o consumo de sal**. 2011. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/imprensa/>> Acesso em: 03 jan. 2012.

_____. **Portaria nº 686, de 27 de agosto de 1998**. Disponível em: <<http://www.brasilsus.com.br/legislacoes/anvisa/16867-686.html>>. Acesso em: 06 abr. 2013.

AKOH, C.C. Fat replacers. **Food Technology**, Chicago, v. 52, n. 3, p. 47-53, 1998.

ALLAIS, I. Emulsification. In: _____. **Handbook of meat processing**. Iowa: Wiley-Blackwell, 2010. chap. 7, p. 143-168.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. **Scientific statement diet and lifestyle recommendations**. 2006. Disponível em: <<http://circ.ahajournals.org/content/114/1/82.abstract>>. Acesso em: 05 jun. 2011.

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

AYSEGUL, D.; ZEHRA, A.; GULUM, S. Effects of different factors on sensory attributes, overall acceptance and preference of rooibos (*Aspalathus linearis*) tea. **Journal of Sensory Studies**, Westport, v. 20, n. 3, p.6 228–242, 2005. BARRETTO, A.C.S. **Efeito da adição de fibras como substitutos de gordura em mortadela**. 2007. 163 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

BOLES, J.A.; SHAND, P.J. Effect of commination method and raw binder system in restructured beef. **Meat Science**, Barking, v. 49, p. 297–307, 1998.

BONTEMPO, M. **A revolução das fibras: organismo saudável e equilibrado**. São Paulo: Alaúde, 2008. 127 p.

BORTOLUZZI, A.C.S. **Aplicação de fibra obtida da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango**. 2009. 83 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

BOTTAN, T. **Avaliação dos teores de ácidos graxos trans em alimentos comercializados na cidade de São Paulo**. 2010. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BOYCE, J.M.; SHONE, G.R. Effects of ageing on smell and taste. **Postgraduate Medicine Journal**, London, v. 82, p. 239-241, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Instrução normativa nº 04, de 05 de abril de 2000**. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mortadela. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sislegis>>. Acesso em: 08 jan. 2011.

_____. **Instrução Normativa nº 51, de 29 de dezembro de 2006**. Regulamento técnico de atribuição de aditivos, e seus limites das seguintes categorias de alimentos: categoria 8: carne e produtos cárneos. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sislegis>>. Acesso em 06 abr. 2013.

_____. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. 100 p. 2005. Disponível em: <http://nutricao.saude.gov.br/guia_conheca.php>. Acesso em: 03 jan. 2012.

_____. Portal Brasil. **Alimentação dos brasileiros tem excesso de gorduras**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/08/08/alimentacao-dos-brasileiros-tem-excesso-de-gorduras-segundo-ministerio-da-saude>>. Acesso em: 03 jan. 2012.

CAUMON, E. **Impact de l'âge sur le traitement cognitif de stimulus chimiosensoriels alimentaires**. Dijon: INRA; Université de Bourgogne, 2009/2010. 24 p.

- CARBALLO, J.; BARRETO, G.; COLMENERO, F.J. Starch and egg white influence on properties of bologna sausage as related to fat content. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 60, p. 673-677, 1995.
- CARRAPISO, A. Effect of fat content on flavour release from sausages. **Food Chemistry**, London, v. 103, p. 396-403, 2007.
- CHIN, K.B.; GO, M.Y.; XIONG, Y.L. Konjac flour improved textural and water retention properties of transglutaminase-mediated, heat-induced porcine myofibrillar protein gel: effect of salt level and transglutaminase incubation. **Meat Science**, Barking, v. 81, p. 565-572, 2009.
- CHOI, Y.G.; CHOI, J.H.; HAN, D.J.; KIM, H.Y.; LEE, M.A.; CHUNG, J.; KIM, C. Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters. **Meat Science**, Barking, v. 84, p. 557-563, 2010.
- CHOI, Y.S.; CHOI, J.H.; HAN, D.J.; KIM, HACK-YOUN; LEE, MI-AI.; KIM, HYUN-WOOK; JEONG, JONG-YOUN; KIM, CHEON-JEI. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. **Meat Science**, Barking, v. 82, p. 266-271, 2009.
- DUFFY, V.B.; BACKSTRAND, J.R.; FERRIS, A.M. Olfactory dysfunction and related nutritional risk in free-living, elderly women. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 95, p. 879-884, 1995.
- ELLENDERSEN, L. S. N.; WOSIACKI, G. **Análise sensorial descritiva quantitativa**. Ponta Grossa: UEPG, 2010. 89 p.
- FAROUK, M.M.; FROST, D.A.; KRSINIC, G.; WU, G. Phase behaviour, rheology and microstructure of mixture of meat proteins and kappa and iota carrageenans. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 25 p. 1627-1636, 2011.
- FENG, T.; HAINING ZHUANG, R.Y.; FANG, Z.R.; YIFEI, Z.; WANG, G.Z.; JIN, Z. Physicochemical properties and sensory evaluation of Mesona Blumes gum/rice starch mixed gels as fat-substitutes in Chinese Cantonese-style sausage. **Food Research International**, Barking, v. 50, p. 85-93, 2013.
- FERNÁNDEZ-GINES, J.M.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J.A. Meat products as functional foods: a review. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 70, R37-R43, 2005.
- FOEGEDING, E.A.; DAVIS, J.P. Food protein functionality: a comprehensive approach.. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 25, p. 1853-1864, 2011.
- FUKAZAWA, T.; HASHIMOTO, Y.; YASUI, T. Effect of some proteins on the binding quality of an experimental sausage. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 26, p. 541-549, 1961.
- GIESE, J. Fats, oils, and fat replacers. **Food Technology**, Chicago, v. 50, p. 78-84, 1996.

GRIEP, M.I.; COLLYS, K.; METS, T.F.; SLOP, D.; LASKA, M.; MASSART, D.L. Sensory detection of food odour in relation to dental status, gender and age. **Gerodontology**, London, v. 13, n. 1, p. 56-62, 1996.

GUERRA, I.C.D.; FELEX, S.S.S.; MEIRELES, B.R.L.M.; DALMAS, P.S.; MOREIRA, R.T.; HONORIO, V.G.; MORGANO, M.A.; MILANI, R.F.; BENEVIDES, S.D.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MADRUGA, M.S. Evaluation of goat mortadella prepared with different levels of fat and goat meat from discarded animals. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 98, p. 59-63, 2011.

GUNNAR, H.; WENDIN, K. Sensory design of foods for the Elderly. **Animal Nutrition and Metabolism**, Kobe, v.52, suppl. 1, p. 25–28. 2008.

HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of meat science**. 3rd ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publ., 1994. 354 p.

HERRERO, A.M.; CARMONA, P.; PINTADO, T.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; RUIZ-CAPILLAS, C. Lipid and protein structure analysis of frankfurters formulated with olive oil-in-water emulsion as animal fat replacer. **Food Chemistry**, London, v. 135, p. 133–139, 2012.

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, p. 273-281, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 03 fev. 2012.

_____. **Pesquisa de orçamentos familiares**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_aquisicao/default.shtm>. Acesso em: 04 fev. 2013.

IZYDORCZYK, M.; CUI, S.W.; WANG, Q. Polysaccharide gums: structures, functional properties, and applications. In: CUI, S.W. **Food carbohydrates: chemistry, physical properties, and applications**. Boca Raton: CRC Press, 2005. chap. 1, p. 127-166.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; HERRERO, A.; PINTADO, T.; SOLAS, M.T.; RUIZ-CAPILLAS, C. Influence of emulsified olive oil stabilizing system used for pork backfat replacement in frankfurters. **Food Research International**, Barking, v. 43, p. 2068–2076, 2010.

JIMENEZ-COLMENERO, F.; AYO, M.J.; CARBALLO, J. Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fibre as salt replacers. **Meat Science**, Barking, v. 69, p. 781-788, 2005.

KÄLVIÄINEN, N.; SCHLICH, P.; TUORILA, H. Consumer texture preferences: effect of age, gender and previous experience. **Journal of Texture Studies**, Westport, v. 31, n. 6, p. 593–607, 2000.

KEETON, J.T. Low-fat meat products – technological problems with processing. **Meat Science**, Barking, v. 36, p. 261-276, 1994.

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

LELAND, J.V. Flavor interactions: The greater whole. **Food Technological**, Chicago, v. 51, n. 1, p. 75-80, 1997.

LEVY-COSTA, R.; SICHIERI, R.; PONTES, N.P.; MONTEIRO, C.A. Disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil: distribuição e evolução (1974-2003). **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 530-540, 2005.

MACFARLANE, J.J.; SCHMIDT, G.R.; TURNER, R.H. Binding of meat pieces: a comparison of myosin, actomyosin and sarcoplasmic proteins as binding agents. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 47, p. 1603-1605, 1977.

MADRUGA, M.S.; ELMORE, J.S.; ORUNA-CONCHA, M.J.; BALAGIANNIS, D.; MOTTRAM, D.S. Determination of some water-soluble aroma precursors in goat meat and their enrolment on flavour profile of goat meat. **Food Chemistry**, London, v. 123, p. 513–520, 2010.

MASSON, A. Les modifications des perceptions sensorielles chez les seniors. In: SYMPOSIUM NUTRITION ET ALIMENTATION DE LA PERSONNE AGE, 2000. Disponível em: <<http://www.danoneinstitute.be/files/pdf/symposium/persagee/masson.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2010.

MEANS, W.J.; SCHMIDT, G.R. Algin/calcium gel as a raw and cooked binder in structured beef steaks. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 51, p. 60–65, 1986.

MEILGAARD, M.C.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. Selection and training of panel members. In: _____. **Sensory evaluation techniques**. New York: Taylor & Francis, 2007. chap. 9, p. 141-172.

MINIM, V.P.R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: UFV, 2010. 308 p.

MOJET, J.; CHRIST-HAZELHOF, E.; HEIDEMA, J. Taste perception with age: generic or specific losses in threshold sensitivity to the five basic tastes? **Chemical Senses**, Oxford, v. 26, p. 845-860, 2001.

MOJET, J.; HEIDEMA, J.; CHRIST-HAZELHOF, E. Taste perception with age: generic or specific losses in supra-threshold intensities of five taste qualities? **Chemical Senses**, Oxford, v. 28, p. 397-413, 2003.

MOZAFFARIAN, D.; ABDOLLAHI, M.; CAMPOS, H.; HOUSHIARRAD, A.; WILLETT, W.C. Consumption of trans fats and estimated effects on coronary heart disease in Iran. **European Journal Clinical Nutrition**, New York, v. 61, p. 1004-1010, 2007.

MURPHY, C. Taste and smell in the elderly. In: MEISELMAN, M.L.; RIVLIN, R.S. (Ed.). **Clinical measurement of taste and smell**. New York: Macmillan, 1986. p. 343-369.

NUCKLES, R.O., SMITH, D.M. and MERKEL, R.A. Properties of heatinduced gels from beef skeletal, heart, lung and spleen protein fractions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, p. 1165-1 170. 1991.

OLIVO, R. **Uso do colágeno em emulsões cárneas**. 1995. 120 p. Dissertação (Mestre em Ciências) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

ORDÓÑEZ, J.A. Produtos cárneos. In: _____. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. cap. 10, p. 187-217.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **World population prospects: the 2006 revision**. Disponível em: <<http://www.unric.org/pt/actualidade/9485>>. Acesso em: 01 ago. 2011.

OSPINA, E.J.C.; CRUZ-S, A.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.C. Development of combinations of chemically modified vegetable oils as pork backfat substitutes in sausages formulation. **Meat Science**, Barking, v. 84, p. 491–497, 2010.

PANDEY, R.; KHULLER, G.K. **Alginate as a drug delivery carrier**. New York: Taylor & Francis Group, 2005. 799-814 p.

PÉREZ-MATEOS, M.; MONTERO, P. Contribution of hydrocolloids to gelling properties of blue whiting muscle. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 210, p. 383–390, 2000.

POLKINGHORNE, R.J.; THOMPSON, J.M. Meat standards and grading: a world view. **Meat Science**, Barking, v. 86, p. 227-235, 2010.

PRABAHARAN, M. Prospective of guar gum and its derivatives as controlled drug delivery systems. **International Journal of Biological Macromolecules**, Guildford, v. 49, p. 117–124, 2011.

RIBEIRO, A.P.B.; NÓBREGA, J.M.L.; GRIMALDI, R.; GONÇALVES, L.A.G. Interesterificação química: alternativa para obtenção de gorduras zero *trans*. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 5, p.1295-1300, 2007.

ROBE, G.H.; XIONG, Y.L. Dynamic rheological studies on salt-soluble proteins from threeporcine muscles. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 7, n. 2 p. 137-146, 1993.

SCHIFFMAN, S.S.; GRAHAM, B.G. Taste and smell perception affect appetite and immunity in the elderly. **European Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 54, n. 3, p. 54-63, 2000.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R. Emulsões cárneas. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Editora Varela, 2006. cap. 12, p. 123-133.

STONE, H.; SIDEL, J.L.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, Chicago, v. 28, n. 11, p. 24-34, 1974.

TABELA brasileira de composição de alimentos. São Paulo: USP, 2011. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tabela/>>. Acesso em: 06 abr. 2013.

TABELA de composição de alimentos. Campinas: UNICAMP, 2011. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/>>. Acesso em: 06 abr. 2013.

TOBIN, B.D.; O'SULLIVAN, M.G.; HAMILL, R.M.; KERRY, J.P. Effect of varying salt and fat levels on the sensory and physiochemical quality of frankfurters. **Meat Science**, Barking, v. 92, p. 659–666, 2012.

_____. The impact of salt and fat level variation on the physiochemical properties and sensory quality of pork breakfast sausages. **Meat Science**, Barking, v. 93, p. 145–152, 2013.

TOLSTOGUZOV, V.B. Functional properties of food proteins and role of proteinpolysaccharide interaction. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 4, n. 6, p. 429-468, 1991.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **National nutrient database for standard reference**. Disponível em: <<http://ndb.nal.usda.gov/>>. Acesso em: 06 abr. 2013.

VASEL, D. Dossiê emulsificantes. **Food Ingredients Brasil**. v. 7, 2009. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/edicoes_materias.php?id_edicao=17>. Acesso em: 07 abr. 2013.

XIANG, D.S.; HOLLEY, R.A. Factors influencing gel formation by myofibrillar proteins in muscle foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Weinheim, v. 10, p. 33-51, 2011.

XIONG, Y.L. A comparison of the rheological characteristics of different fraction of chicken myofibrillar proteins. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, v. 16, p. 217–227. 1993.

ZHOU, W.W.; MENG, L.; LI, X.I.; MA, L.; RUITONG, D.A.I. Effect of the interaction between carrageenan, gellan gum and flaxseed gum on quality attributes of starch-free emulsion-type sausage. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v. 21, p. 255–267, 2010.

2 IMPACTOS DA ADIÇÃO DE ALGINATO DE SÓDIO E GOMA GUAR EM MORTADELA COM REDUÇÃO DO TEOR DE GORDURA FORMULADAS COM GORDURA VEGETAL ESTERIFICADA E SORO DE LEITE

Resumo

Atualmente o desafio da indústria alimentícia é atender às demandas de mercado desenvolvendo produtos com diferentes apelações, pois é crescente a busca por um estilo de vida saudável. Neste contexto, o reduzido teor de gordura é atrativo em produtos cárneos. A recente tendência no desenvolvimento destes produtos consiste em promover uma combinação de ingredientes não-cárneos passíveis de substituir a gordura. Outra vertente é a redução de ácidos graxos saturados através da utilização de óleos vegetais em substituição da gordura suína. Raros são os estudos que abordam a redução e a substituição de gordura em um mesmo experimento. Assim, o objetivo deste estudo foi viabilizar a produção de emulsionados com alta redução de gordura animal e com uma boa aceitabilidade sensorial utilizando ingredientes não cárneos (alginato, guar e soro de leite) associados à gordura vegetal. Foram realizados três processamentos em diferentes períodos de tempo a partir de padronização da matéria prima. Nas formulações a gordura foi reduzida em 66% e o máximo de substituição foi de 100% do toucinho. Sendo as formulações: CA e CV os tratamentos controles contendo respectivamente 24% de gordura animal (A) e vegetal (V) na massa; RGA e RGV com teor reduzido com 12% de gordura na massa; enquanto RGAH e RGVH possuem 12% de gordura e são adicionados de soro de leite (1,2%) alginato (0,25%) e goma guar (0,05%). A substituição da gordura animal por vegetal modificou a qualidade do produto principalmente quanto à textura (elasticidade e mastigabilidade). A redução de gordura diminuiu o potencial oxidativo, o teor de ácidos graxos saturados, minimizou as perdas no processo produtivo e obteve a maior aceitação sensorial. Conclui-se que o novo produto deve possuir apelo de saudabilidade, ressaltando seu teor de gordura e suas características diferenciadas quanto à maciez e mastigação. Este resultado aponta caminho promissor para pesquisas futuras quanto à utilização de alginatos e gomas em produtos cárneos associados à fontes lipídicas diferenciadas.

Palavras-chave: TPA; Oxidação lipídica; Perfil lipídico; Características de qualidade; Microscopia eletrônica de varredura; Preferência sensorial

Abstract

Currently the challenge of the food industry is to meet the market demands by developing products with different appeals, that's because there is a growing necessity for a healthy lifestyle. In this context, the low fat content in meat products is attractive. The recent trend in the development of these products is to promote a combination of non-meat ingredients that can substitute fat. Another aspect is the reduction of saturated fatty acids through the use of vegetable oil instead of pork fat. Rare are the studies on the reduction and replacement of fat in the same experiment. Thus, the objective of this study was to enable the production of emulsified with high reduction of animal fat and a good sensory acceptability using non-meat ingredients (alginate, guar and whey) associated with vegetable fat. Three processes were performed at different periods of time from the standardization of the raw material. In the formulations fat was reduced by 66% and the maximum was 100% replacement of fat. Being formulations: CA and CV treatments controls containing

respectively 24% animal fat (A) and vegetable (V) the mass; RGA and RGV with reduced content of 12% fat mass, while RGAH RGVH and have 12% of fat and added whey (1.2%) alginate (0.25%) and guar gum (0.05%). The replacement of animal fat to vegetable modified product quality especially in regard to texture (elasticity and chewiness). The reduction of fat decreased the oxidative potential, the content of saturated fatty acids, minimized losses in the production process and received the highest sensory acceptance. We conclude that the new product should have appeal healthiness, highlighting its fat content and its distinctive characteristics as the softness and chewing. This result indicates promising areas for future research on the use of alginates and gums in meat products associated with different lipid sources.

Keywords: TPA; Quality parameters; Fat acid composition; Electron microscopy; Sensory preference

2.1.Introdução

Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS (2012) todos os anos 2,8 milhões de pessoas morrem em consequência do excesso de peso, sendo que nos últimos 30 anos a obesidade praticamente dobrou. No mesmo período, o Brasil quadruplicou o consumo de produtos industrializados, elevando os níveis de gordura da dieta, e consequentemente a obesidade. Em produtos cárneos os emulsionados representam o maior volume de produção desta categoria e podem conter até 30% de gordura (BRASIL, 2000). Lamentavelmente, estes produtos promovem uma imagem negativa da carne vermelha associada aos altos teores lipídicos (ALVAREZ, 2011). Assim, é importante o desenvolvimento de produtos cárneos similares aos tradicionais, com teores reduzidos de gordura e principalmente com elevada aceitabilidade dos consumidores, para que o cenário atual seja revertido em favor da saúde humana e da cadeia produtiva da carne.

Entretanto, observam-se dificuldades para elaboração de produtos cárneos com baixo teor de gordura, como por exemplo, a perda de suculência, fatiabilidade e estabilidade, baixo rendimento de processo, alterações de sabor e textura (MADRUGA, 2010). Atualmente o desenvolvimento destes produtos consiste em promover uma combinação de ingredientes não-cárneos (*combifood*) passíveis de substituir a gordura, estes ingredientes são capazes de incorporar maiores quantidades de água no produto (GUERRA, 2011; BARRETO, 2009). Os hidrocolóides são uma classe de ingredientes potenciais que melhoram as propriedades funcionais e estabilidade do produto, desempenhando papel importante durante o processo de emulsificação, pois são geleificantes e modificadores de textura. Dentre eles destacam a goma

guar e o alginato como opções potenciais de ingredientes frente à instabilidade dos custos e da sazonalidade de ingredientes consagrados como a carragena.

Outra tendência é o apelo de saudabilidade através da utilização de óleos vegetais em substituição da gordura suína, pois estes óleos possuem concentrações reduzidas de ácidos graxos saturados. Contudo, existem desafios tecnológicos a serem superados quanto a sua emulsificação (RODRÍGUEZ-CARPENA, 2012; OSPINA et al., 2010; CHOI et al., 2010). Na atualidade existem gorduras vegetais amplamente utilizadas na produção de alimentos industrializados, elas são versáteis devido à sua elevada estabilidade em altas temperaturas, durabilidade e perfil lipídico diferenciado.

Todavia poucos são os estudos que avaliam simultaneamente a substituição e a redução de gordura animal utilizando de gorduras vegetais e hidrocoloídes. Assim este estudo é inovador, pois visa incorporar gordura vegetal e hidrocoloídes nas formulações de mortadela Bologna com o objetivo de viabilizar a produção de emulsionados com alta redução de gordura animal com grande aceitabilidade utilizando ingredientes não cárneos (alginato, guar e soro de leite) associados à gordura vegetal.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Descrição do produto

As emulsões tipo mortadela Bologna foram produzidas utilizando dianteiro bovino limpo e paleta suína, ambas congeladas (-12°C), tendo como substituto da gordura animal (toucinho) a gordura vegetal Cargill®, além dos ingredientes o soro de leite, alginato e goma guar (Tabela 1). A Gordura Vegetal Hidrogenada foi elaborada a partir de óleos de girassol (conteúdo elevado de oleico), algodão e palma. Esta possui baixo teor de ácidos graxos trans (máximo 2%) e reduzido teor de saturados (em 40%).

O Alginato de sódio e a goma guar possuem habilidade de gelificação, as quais estão sendo investigados e utilizados em formulações de alimentos para melhorar as características de textura. Apesar de sua extensa aplicação na indústria de alimentos, o alginato de sódio tem recebido pouca atenção para o uso em produtos cárneos, (PÉRES-MATEOS; MONTERO, 2000).

Outro ingrediente cárneo utilizado é o soro de leite, que é um resíduo industrial de fonte proteica, este foi incorporado à formulação com intuito de padronizar a quantidade de água entre as formulações e possibilitar a comparação entre os tratamentos desenvolvidos. A legislação brasileira proíbe a utilização de proteínas de origem vegetal em produto com

denominação Bologna. A escolha desta categoria de mortadela é justificada pelo fato da Instrução Normativa (BRASIL, 2000) que determina o padrão de identidade e qualidade dos emulsionados, limitar a composição cárnea da mortadela Bologna, possibilitando maior padronização do produto frente às demais categorias.

Nas formulações a gordura foi reduzida em 66% e o máximo de substituição foi de 100% do toucinho, deste modo temos as formulações: CA – Controle Animal mortadela com 24% de gordura animal na massa; CV - Controle Vegetal: mortadela com 24% de gordura vegetal na massa; RGA- Reduzido Teor de Gordura Animal: 12% de gordura animal na massa; RGV- Reduzido Teor de Gordura Vegetal: 12% de gordura vegetal na massa. Os tratamentos RGAH (reduzida gordura animal com hidrocolóides) e RGVH (reduzida gordura vegetal com hidrocolóides) que possuem 12% de gordura e foram adicionados de soro de leite (1,2%), alginato (0,25%) e goma guar (0,05%) com teor reduzido em 50% de gordura animal e de gordura vegetal, respectivamente. Os tratamentos contendo hidrocoloídes possuem aumento de 2% na quantidade de carne suína com o intuito de manter a relação umidade/proteína (Tabela 1).

Tabela 1 - Formulação de mortadelas com redução e substituição de gordura

Ingredientes	Formulação (%)					
	CA	CV	RGA	RGV	RGAH	RGVH
Dianteiro bovino extra limpo	36	36	36	36	36	36
Paleta suína	26	26	28	28	28	28
Retalho suíno gordo	12	12	4	4	4	4
Toucinho	12	0	4	0	4	0
Gordura Vegetal (Levia H560X, Cargill®)	0	12	0	4	0	4
Água/Gelo	11,3	11,3	23,8	23,8	23,8	23,8
Soro de Leite (integral)	0	0	1,5	1,5	1,2	1,2
Alginato de sódio (Ibrac®)	,	,	,	,	0,25	0,25
Goma guar (5000/Ibrac®)	,	,	,	,	0,05	0,05
Condimento*	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Sal de cura**	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Emulsificante (curafos - BKG - Adicon)***	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Acelerador de cura**	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Sal ¹	1	1	1	1	1	1
Total (%)	100	100	100	100	100	100

CA - Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); CV – Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; RGA- Reduzido Teor de Gordura Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); RGV: Reduzido Teor de Gordura Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); RGAH- Reduzida Animal com hidrocoloídes: adicionado Alginato e Goma Guar; RGVH- Reduzida Vegetal com hidrocoloídes: RGV adicionado Alginato e Goma Guar.* 95% NaCl; ** 90% NaCl; *** 0,025% de sódio – Zero NaCl. ¹a quantidade total de sal (NaCl) é de 2,4%.

2.2.2 Desenvolvimento do Produto

Em três processamentos diferentes após a padronização da matéria prima em lotes similares quanto à origem, às matérias primas cárneas e o toucinho foram moídos no moedor (Hermann S.A, modelo P33003) em disco de 20 mm de diâmetro. Em seguida as carnes foram adicionadas no cutter (Kramer Grebe®, modelo T160), primeiramente foram adicionadas as carnes, depois o sal, sal de cura, fosfato e condimentos. Quando a temperatura da massa atingisse de $0 \pm 2^\circ\text{C}$ então foram acrescentados o soro de leite, o antioxidante e os hidrocolóides nas formulações RGAH e RGVH. A temperatura final da massa foi de 12°C (Figura 1A e 1B). A massa foi embutida em tripa celulósica permeável de 80 mm de diâmetro (Fibrosa 4REG, Viskase®) utilizando a embutideira Handtmann modelo VF610 (Figura 1C). O peso médio das mortadelas foram 700 ± 30 gramas. As amostras ainda cruas foram pesadas para posterior avaliação de rendimento e seguiram para estufa de cozimento (Becker®).

O tratamento térmico deu-se em três etapas: secagem, avermelhamento e cocção. Durante a secagem a estufa permaneceu à temperatura de 50°C durante uma hora com vapor indireto e chaminé aberta. Na segunda etapa de cozimento a temperatura permaneceu à 60°C por mais uma hora, foi utilizado vapor indireto e a chaminé fechada. O processo foi finalizado quando o produto atingiu a temperatura de 72°C no centro geométrico (Figura 1D). As mortadelas foram resfriadas com aspersão de água em abundância por 20 minutos e após a secagem superficial elas foram pesadas. As amostras foram acondicionadas em câmaras de resfriamento (4°C) por 15 horas. Decorrido este período as mortadelas foram embaladas individualmente à vácuo.

Figure 1 - A – Refinamento da massa no cultter. B- Emulsão pronta. C- Mortadela embutida disposta no carrinho de cozimento. D- Mortadelas cozidas

2.2.3 Estabilidade da Emulsão

O teste de estabilidade da emulsão foi realizado conforme descrito por Lin e Mei (2000), onde 45 a 50 gramas de massa da emulsão foram pesadas em sacos de Nylon/polietileno resistentes a altas temperaturas (Figura 2A), seladas sem vácuo e colocados em banho maria a 70°C durante uma hora (Figura 2B). Decorridos os 60 minutos as embalagens foram colocadas em gelo e água até resfriamento (4°C) (Figura 2C). Em seguida o exsudado liberado de cada embalagem foi mensurado. Também foi visualmente avaliado a

existência de separação de fases do exsudado o que estaria relacionado com quebra da emulsão (Figura 2D).

Figura 2 - A- Emulsão crua em embalagem de cozimento. B- Cozimento. C- Embalagens resfriadas. D- Emulsão cozida e seu exsudado

2.2.4 Perda de Peso por cozimento

As peças de mortadela foram pesadas individualmente antes e após o cozimento, para determinar o percentual de perdas típicas decorrentes do processo térmico. Os resultados foram apresentados em porcentagem de água em relação à quantidade de amostra. Calculados utilizando a expressão matemática descrita a seguir.

$$\text{Perda de peso} = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

P_i – Peso inicial (antes do cozimento) e P_f – Peso final (após o cozimento a 25°C)

2.2.5 Valores de pH

Foram avaliados os valores de pH nos produtos finais obtidos. Sempre em cinco peças diferentes com três repetições por peça. O pH foi mensurado em pHmetro Oakton com eletrodo de punção Digimed introduzido diretamente na amostra, a temperatura a 25°C.

2.2.6 Cor objetiva

Para esta análise, a mortadela foi fatiada em porções com espessura de 2 cm. Foram analisadas três peças de mortadela de cada tratamento, retirando-se três fatias de cada peça da porção central da mortadela, cada fatia contará com três repetições. A cor foi mensurada utilizando colorímetro Minolta CR-200 b. Os parâmetros avaliados foram L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho/verde) e b* (intensidade de amarelo e azul) do sistema CIELab, com fonte iluminante D65 e 10° de ângulo de observação, calibrado com padrão de porcelana (Y=93,7; x = 0,3160 e y = 0,3323) (INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION, 1978).

2.2.7 Perfil instrumental de textura

Foi realizada análise instrumental para o perfil de textura, utilizando o analisador de textura TA-xT2i (Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY). Os parâmetros avaliados foram Dureza (g cm^{-2}), Elasticidade (cm), Coesividade, Mastigabilidade (g cm^{-1}) e Gomosidade. Para cada tratamento foram utilizados seis cilindros de mortadela com diâmetro e altura de 20 mm (BARRETTO, 2009) a 25°C (Figura 3A). Seis amostras por tratamento foram comprimidas em 30% da sua altura original, com velocidade de 2 ms^{-1} com força de 25g (Figura 3B). O probe utilizado foi o P-35 (haste longa / base normal). A força e área de cisalhamento foram mensuradas no mesmo equipamento, com o probe Blade Set (HDP/BS), com velocidade de 2 ms^{-1} nos cilindros de mortadela com diâmetro e altura de 20 mm (Figura 3C).

Figura 3 - A- Cilindros de mortadelas obtidos por saca-amostra. B- Cilindros de 20mm de diâmetro e comprimento. C- Análise de Perfil de textura utilizando probe P-35

2.2.8 Análises quantitativas de umidade, extrato etéreo e proteína

As amostras de mortadela dos diferentes tratamentos foram analisadas quanto a umidade, depois liofilizadas e submetidas à análise de extrato etéreo e proteína (Association of Official Analytical Chemist's, 2006).

2.2.9 Perfil lipídico

A partir de três gramas de mortadela liofilizada foram extraídos os lipídeos segundo o método de Folch, Lees e Stanley (1957), e preparados os metil ésteres dos ácidos graxos segundo o método de Hartman e Lago (1973) utilizando 50 mg dos lipídeos.

Foi utilizado cromatografia gasosa de alta resolução para identificar e quantificar os ácidos graxos, empregando um cromatógrafo a gás Shimadzu modelo 2010-Plus (Kioto, Japão), equipado com coluna capilar de sílica fundida Restek Stabilwax (Bellefonte, USA) (30 m x 0,53 mm d.i x 1,0 μm), e um detector de ionização em chama (FID). A corrida cromatográfica teve a seguinte programação de temperatura: 180°C por 3 min. Decorridos os três minutos a taxa de aquecimento passou para de 180° até 210°C com taxa de aquecimento

de $5^{\circ}\text{C min}^{-1}$, permanecendo por 13 min. A ultima etapa da rampa de aquecimento abrange os 7 minutos finais na qual a temperatura foi de 220°C . O gás de arraste utilizado foi nitrogênio, com fluxo de 4 mL min^{-1} . Modo de injeção Split na razão de 1:10. As amostras ($1\mu\text{L}$) foram injetadas utilizando um injetor automático (Shimadzu AOC-20i). A identificação dos ácidos graxos foi realizada comparando os tempos de retenção da mistura padrão comercial da Supelco (Mix C8 a C22) de metil ésteres de ácidos graxos (FAME) com os tempos de retenção das amostras.

2.2.10 Determinação de ácido tiobarbitúrico no dia zero e método acelerado.

A metodologia de TBA acelerado específica para emulsões foi realizada segundo Juncher et al. (2000). No dia seguinte ao processamento foram coletados 7,5 gramas da mortadela e adicionados 42,5 ml de ácido tricloroacético (TCA) (15% TCA; 0,1% de Propilgalato; 0,1% de Ethylendiacido; 0,015% sulfanilamida); a mistura (50°C) foi homogeneizada em Ultraturax® a 13500 rpm durante 60 segundos. Em seguida coletou-se 1,5 ml da mistura adicionada de 0,25 ml de sulfato ferroso (FeSO_4). O tubo contendo FeSO_4 seguiu para banho maria a 50°C durante 4 horas. Após este período foi adicionado 6 ml de TCA e posteriormente filtrado. Do filtrado foram coletados 3 ml em seguida adicionados de 2 ml de ácido tiobarbitúrico (TBA 0,026M), os tubos novamente foram para o banho Maria a $97,5^{\circ}\text{C}$ durante 30 minutos. Os resultados apresentados são a diferença entre as leituras de absorbância de 532 e 600 nm.

2.2.11 Microscopia eletrônica de varredura

Foram formados cilindros de mortadela com 0,5 cm de diâmetro fixados em solução de Karnovisky, contendo 2,5% de glutareldéido, 2,5% formaldeído e 0,05 M tampão cacodilato de sódio (pH 7,2). Os cilindros foram fatiados para obtenção de amostras com 0,1cm de espessura e seguiram para três lavagens em tampão cacodilato 0,05 M.

Em seguida, as amostras foram imersas em glicerol 30% por 3 horas. Após este período, as amostras foram congeladas em nitrogênio líquido e, quando ainda estavam imersas no nitrogênio foram fraturadas.

As amostras fraturadas foram desidratadas em série crescente de acetona (30, 50, 70, 90%, 100% [3X]). Em cada concentração, as amostras foram mantidas por 10 a 15 minutos. Os fragmentos foram secos ao ponto crítico e posteriormente metalizados com ouro.

As análises foram feitas no microscópio eletrônico de varredura LEO 435VP, este estudo padronizou a amplitude em 300 vezes para que fosse possível avaliar a organização

superficial da emulsão nas amostras de modo padronizado. Uma vez que não foi encontrado na literatura padrão metodológico para esta avaliação em produtos cárneos, sendo as imagens divergentes e com destruição das estruturas de interesse.

2.2.12 Análise microbiológica

Com o intuito de avaliar a higiene e segurança do produto, assim como os efeitos do processamento sobre as características microbiológicas do produto final, foram realizadas análises seguindo a legislação brasileira, Resolução número 12 para produtos cárneos industrializados cozidos da ANVISA (BRASIL, 2001) de *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium* sulfito redutores e coliformes termotolerantes a 45°C na mortadela pronta para consumo.

Para as análises de *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus* e *Clostridium* sulfito redutores foram utilizadas as metodologias descritas na Instrução Normativa n.62, do MAPA (BRASIL, 2003a). Coliformes termotolerantes foram analisados de acordo com o método 991.14 da AOAC (1991).

2.2.13 Análise sensorial

O projeto foi avaliado pelo Comitê de Ética da ESALQ para a realização das análises sensoriais com a utilização de humanos adultos acima de 18 anos, não fumantes (Processo n°95/2011).

2.2.13.1 Teste de Aceitação

Com o objetivo de verificar o efeito dos diferentes substitutos de gordura animal nas características sensoriais das mortadelas produzidas, todos os tratamentos foram avaliados sensorialmente aplicando o Teste de Aceitação com escala hedônica de nove pontos (1=detestei e 9 = adorei). Os 53 provadores foram orientados para avaliar a aparência, aroma, sabor e qualidade global utilizando escala hedônica. Os provadores foram considerados repetições e avaliados estatisticamente em blocos, os mesmos foram provadores não treinados que consomem mortadela.

2.2.14 Análise estatística

Para as análises físico-químicas o delineamento utilizado foi de blocos completos casualizados, sendo três o número de blocos (cada processamento um bloco), sendo o valor de N variável em cada análise. Para o teste de aceitação sensorial o delineamento foi inteiramente casualizado, sendo cada provador uma repetição (N=53). Ambos delineamentos utilizaram teste F e Tukey, considerando nível de significância de 5%. Estas análises foram realizadas pelo programa estatístico computacional SAS (*Statistical Analysis System*, 2002).

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Estabilidade da emulsão

A estabilidade da emulsão aponta que os tratamentos contendo hidrocolóides são similares ao CA, evidenciando que o alginato e a goma guar são geleificantes potenciais em formulações de emulsionados com teor reduzido de gordura (Tabela 2). Este resultado provavelmente está associado às características geleificantes dos hidrocolóides utilizados, pois o alginato quando combinado com cátions, formam géis fortes caracterizados pela resistência e flexibilidade, produzindo estruturas tridimensionais. Assim, também a goma guar contém 80% de galactomanana, que ajuda na solubilidade em água gelada e possui rápida hidratação produzindo viscosidade pseudoplástica favorecendo a viscosidade quando comparada a outros hidrocolóides (PRABAHARAN, 2011). Não foi observado exsudado lipídico em nenhuma das formulações, assegurando a formação efetiva do emulsionado. Os resultados desta pesquisa são condizentes com os relatados por Koutsopoulos (2008) e Zhou (2008) que utilizaram carragena, sendo este um hidrocolóide mundialmente utilizado pelas empresas de produtos cárneos e destacado como responsável pela estabilidade. Quando também, esta pesquisa confirma os resultados obtidos por Lin & Mei (2000) na incorporação de alginato, uma vez que a incorporação de alginato também aumentou a estabilidade da emulsão.

2.3.2 Perda de peso no produto

A substituição da gordura animal pela vegetal não interferiu na perda de peso do produto. Contudo, a utilização de hidrocolóides reduziu significativamente em 8% as perdas quando comparados com RGA e RGV (Tabela 2). Isso demonstra que os hidrocolóides auxiliam na estabilidade dos alimentos, reforçando a cimentação do gel na matriz proteica e proporcionando a estabilidade do sistema (SHIMOKOMAKI, 2006; FAROUK, 2011). Assim, os tratamentos com hidrocolóides foram diferentes dos controles com diferença em 0,8% na CA e 1,4% para CV. Deste modo, os hidrocolóides aumentaram o rendimento na cocção dos tratamentos com teor reduzido de gordura. Os tratamentos controle tiveram menor perda de peso (%) por conter maior concentração proteica, estes resultados são similares aos reportados por Koutsopoulos et al. (2008), Sampaio et al. (2004) e Carballo (1995), pois quanto maior a quantidade de proteína maior é a retenção de água e a estabilidade da emulsão. Como os resultados nos tratamentos que possuem gordura vegetal e hidrocolóides na sua formulação também apresentaram emulsão estável estes ingredientes são substitutos potenciais em emulsões com redução de gordura.

Tabela 2 - Perda de peso na cocção e estabilidade da emulsão em mortadelas com redução e substituição de gordura

	Perda de peso na cocção (%)	Exudato da emulsão (%)
CA	3,73 ± 0,39 ^c	6,42 ± 2,15 ^c
CV	3,41 ± 0,26 ^c	8,22 ± 2,77 ^{abc}
RGA	5,16 ± 0,81 ^a	10,52 ± 3,33 ^a
RGV	5,14 ± 0,37 ^a	8,95 ± 3,92 ^{ab}
RGAH	4,66 ± 0,53 ^b	7,29 ± 2,97 ^{bc}
RGVH	4,78 ± 0,41 ^b	6,09 ± 2,70 ^c

Perda de Peso (N=12) e Estabilidade da Emulsão (N=5) para cada bloco; CA - Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); CV – Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; RGA- Reduzida Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); RGV: Reduzida Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); RGAH- Reduzida Animal com hidrocolóides: adicionado Alginato e Goma Guar; RGVH- Reduzida Vegetal com hidrocolóides. *Nota: médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

2.3.3 Análises microbiológicas e pH

Os resultados de pH (Tabela 3) demonstraram que o tratamento com teor reduzido de gordura vegetal associada aos hidrocolóides (RGVH) apresentou maior valor de pH entre os tratamentos, todavia entre os demais tratamentos não houve diferença significativa de pH ($p>0,05$). Sabe-se que os polifosfatos promovem a elevação do pH nas emulsões e a diferença encontrada, variando de 6,38 a 6,54, não impactaria tecnologicamente.

As análises microbiológicas não diferiram entre os tratamentos, que apresentou ausência de *Salmonella ssp* em 25 gr, *Coliformes* à 45°C menor que 10 NMP, *Staphylococcus aureus* e *Clostridium* sulfito-redutores foram inferiores a 10 UFC. Evidenciando que o produto apresentava-se seguro para ser submetido aos testes sensoriais.

2.3.4 Cor objetiva

Os resultados de luminosidade (L*) revelaram que nos tratamentos elaborados com teor reduzido de gordura a luminosidade foi significativamente inferior ($p<0,05$) à observada nos tratamentos controles. A gordura vegetal promoveu aumento (2%) na luminosidade quando comparada a gordura animal, provavelmente devido à distribuição do óleo na fase associada com actomiosina na cominuição aumentou a superfície lipídica e diminuiu após o cozimento (ALVAREZ et al., 2011). Entre os produtos com teor reduzido de gordura a luminosidade foi maior nos tratamentos contendo gordura animal (2%), uma hipótese pode estar relacionada com os menores glóbulos de gordura animal que se distribuem com maior uniformidade sobre a emulsão, uma vez que há maior tensão no produto com mais umidade

(Tabela 3). A luminosidade interfere na aparência do produto e está relacionada com o modo de substituição da gordura. Os tratamentos com hidrocolóides possuem valores menores de L^* , provavelmente devido ao modo como a água foi rearranjada no gel refletindo menos a luz. Estes resultados são similares aos obtidos por Alvarez et al. (2011) e Choi et al. (2010) que utilizaram respectivamente extratos vegetais e gel de arroz como emulsificantes em produtos cárneos emulsificados. Neste estudo, mesmo a carne magra permanecendo constante (CA e CV) houve diferença na luminosidade demonstrando que a quantidade e o tipo de gordura influenciam na luminosidade do produto. Estes resultados estão de acordo com Tobin et al. (2013, 2012) que também reduziram expressivamente a quantidade de gordura em emulsionado cárneo.

A intensidade de vermelho (a^*) foi maior nos produtos com maior umidade e menor quantidade de gordura (Tabela 3), este fato deve-se provavelmente à presença de nitrito na água. Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 1990) o teor máximo de nitrito em água potável é de 10 mg L^{-1} . O nitrito combina-se com a mioglobina formando a nitrosomioglobina que influencia na coloração vermelha. Contudo os tratamentos com gordura vegetal e teor reduzido de gordura obtiveram valores menores de b^* , uma provável explicação para este fato é a tonalidade clara e uniformidade da gordura vegetal. O aumento de a^* e a diminuição de b^* também foram relatados por Tobin (2013) que reduziu gordura e aumentou o percentual de água.

O alginato e goma guar não interferiram nos parâmetros de coloração dos produtos quando comparados aos tratamentos com teor reduzido de gordura (Tabela 4) e Anexo A. Alterações no teor de gordura modificam a cor do produto e consequentemente sua aparência (CARBALLO et al, 1996). Diferente da utilização de 1% de carragena evidenciada no trabalho de Koutsopolos (2008) que aumentou expressivamente a intensidade de amarelo (b^*). Assim os hidrocolóides deste estudo (0,3%) não influenciam na coloração da mortadela Bologna mesmo reduzindo expressivas quantidades de gordura (66%).

Tabela 3 - Cor instrumental em mortadelas com redução e substituição de gordura

	pH	L*	a*	b*
CA	6,38 ± 0,1 ^b	68,76 ± 3,3 ^b	14,39 ± 0,5 ^b	10,95 ± 1,1 ^{ab}
CV	6,40 ± 0,1 ^b	70,19 ± 2,8 ^a	13,83 ± 0,8 ^c	10,96 ± 1,1 ^{ab}
RGA	6,38 ± 0,1 ^b	66,10 ± 4,3 ^c	15,30 ± 0,6 ^a	10,73 ± 1,4 ^b
RGV	6,40 ± 0,1 ^b	64,22 ± 3,9 ^d	14,99 ± 1,0 ^a	9,93 ± 1,1 ^c
RGAH	6,42 ± 0,1 ^b	66,50 ± 4,1 ^c	15,30 ± 0,6 ^a	11,26 ± 1,3 ^a
RGVH	6,54 ± 0,2 ^a	64,48 ± 4,6 ^d	14,59 ± 1,0 ^b	10,06 ± 1,6 ^c

Medias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente ($p < 0,05$). L*, a* e b* (N=27) – para cada bloco; CA - Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); CV – Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; RGA- Reduzido Teor de Gordura Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); RGV: Reduzido Teor de Gordura Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); RGAH- Reduzida Animal com hidrocoloídes: adicionado Alginato e Goma Guar; RGVH- Reduzida Vegetal com hidrocoloídes.

2.3.5 Perfil instrumental de textura

A redução de gordura, bem como, a substituição de gordura provocou diminuição nos valores de força de cisalhamento (Tabela 4). A utilização de hidrocoloídes na mortadela reduziu a força de cisalhamento, pois os hidrocoloídes são estabilizantes que atuam diretamente com as proteínas na estrutura das emulsões complexando água e formando estruturas geleificantes complexas denominadas de biopolímeros de alginato, goma guar e soro de leite. Estes resultados demonstraram que a utilização de alginato e goma guar como substitutos de gordura produzem embutidos diferenciados quanto à menor resistência de mastigação. Indicando que os emulsionados possuíam diferenças favoráveis dependendo dos ingredientes utilizados.

A substituição da gordura animal por vegetal diminuiu a dureza em média de 16% quando comparada à utilização de gordura animal. A redução de gordura influenciou a dureza do tratamento RGA, sendo 12% maior que RGV. Alguns autores como Youssef e Barbut (2009) reportaram que produtos preparados com óleo vegetal apresentam glóbulos de gordura menores, quando comparados com a gordura animal, assim possuem maior resistência à compressão, como o verificado em nosso experimento. Assim também, permitindo maior área de superfície coberta por lipídios ligada à matriz proteica, oferecendo maior resistência à compressão.

Entretanto, a adição de hidrocoloídes proporcionou produtos com menor dureza quando associado com a gordura vegetal (RGVH), 44% menor que CV. Estes resultados divergem de Jiménez-Colmenero (2010) que utilizou azeite de oliva pré-emulsificado associado com caseinato de sódio (similar ao soro de leite utilizado nesta pesquisa) como substituto do toucinho que obteve resultados maiores neste atributo. Assim podemos afirmar

que a utilização de alginato e goma guar com a gordura vegetal diminui a dureza do produto, o que pode acarretar em uma melhora nas propriedades sensoriais quando comparadas aos controles.

A elasticidade não foi estatisticamente diferente ($p < 0,05$) nos produtos com gordura vegetal e animal, demonstrando que a gordura vegetal agiu como substituto ideal do toucinho, o menor resultado foi do tratamento RGAH, assim a combinação hidrocoloide e gordura animal reduziu a capacidade do produto de retornar a sua dimensão original após deformação. A redução de gordura não aumentou a elasticidade e também não aumentou nos tratamentos com maior quantidade de gordura. Assim os produtos incorporados de alginato e goma guar foram menores em elasticidade que os tratamentos com maior concentração protéica.

A coesividade não foi alterada pela substituição de gordura. Contudo, a utilização de hidrocolóides resultou em diminuição da coesividade quando combinada à gordura animal, a coesividade demonstra quanto o produto foi aglutinado, uma hipótese para o fato seria o maior diâmetro dos glóbulos de gordura animal quando adicionada de hidrocolóides produz um biopolímero menos elástico (Tabela 4) que provavelmente estaria totalmente estendido e, portanto, menos coeso. Este resultado diverge de Herrero, (2012) que obteve maior coesividade com a redução de gordura e com a utilização de caseinato, e Jiménez-Colmenero (2012) que utilizaram caseinato (10% da quantidade de óleo, para emulsificação) na produção de salsicha.

A substituição da gordura animal não modificou a mastigabilidade da mortadela e também, a redução de gordura não influenciou nesta variável. Todavia a incorporação de alginato e goma guar nos tratamentos com teor reduzido de gordura diminuiu em 47% a mastigabilidade de RGAH quando comparado com CA e em 56% de RGVH em comparação a CV.

A substituição de gordura não modificou a gomosidade ($p < 0,05$). Contudo ela foi menor no produto com teor reduzido de gordura vegetal, enquanto o maior valor foi observado na presença de hidrocolóides, provavelmente devido à maior umidade na presença de ingredientes geleificantes que possibilitaram géis maiores, como pode ser observado na microscopia eletrônica.

Tabela 4 - Dureza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e gomosidade em mortadelas com redução e substituição de gordura

	Força (gramas)	Dureza (g/cm ²)	Elasticidade (cm)	Coesividade	Mastigabilidade (g/cm)	Gomosidade
CA	10,9 ± 3,1 ^a	2570,2 ± 1632,7 ^a	0,87 ± 0,30 ^{ab}	0,81 ± 0,3 ^a	2128,2 ± 999,9 ^a	0,36 ± 0,2 ^{ab}
CV	7,6 ± 4,0 ^{bc}	2152,2 ± 1076,4 ^{ab}	0,94 ± 0,04 ^a	0,78 ± 0,2 ^{ab}	2401,3 ± 994,4 ^a	0,28 ± 0,1 ^{ab}
RGA	9,0 ± 3,8 ^b	2916,7 ± 1283,8 ^a	0,98 ± 0,03 ^a	0,83 ± 0,1 ^a	2685,6 ± 1273,9 ^a	0,32 ± 0,1 ^{ab}
RGV	8,9 ± 4,5 ^b	2577,6 ± 696,7 ^a	0,95 ± 0,05 ^a	0,73 ± 0,2 ^{ab}	2138,4 ± 1379,1 ^a	0,27 ± 0,1 ^b
RGAH	5,4 ± 1,8 ^d	3172,0 ± 1880,8 ^a	0,76 ± 0,40 ^b	0,61 ± 0,4 ^b	1117,6 ± 673,3 ^b	0,30 ± 0,2 ^{ab}
RGVH	5,8 ± 1,3 ^{cd}	1205,2 ± 244,3 ^b	0,89 ± 0,32 ^{ab}	0,89 ± 0,3 ^a	1048,3 ± 431,5 ^b	0,39 ± 0,2 ^a

Medias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente ($p > 0,05$). Dureza, Elasticidade, Coesividade, Mastigabilidade e Gomosidade (N=6) – para cada bloco; CA - Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); CV – Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; RGA- Reduzido Teor de Gordura Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); RGV: Reduzido Teor de Gordura Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); RGAH- Reduzida Animal com hidrocolóides: adicionado Alginato e Goma Guar; RGVH- Reduzida Animal com hidrocolóides.

2.3.6 Análises quantitativas de umidade, extrato etéreo e proteína

Os valores de umidade e extrato etéreo (Tabela 5) confirmam os resultados esperados quando se teve a redução de gordura, consequentemente houve aumento da umidade e modificações na proporção umidade/proteína seguindo as formulações, sendo próximas aos níveis indicados pela legislação (12% de proteína e 65% de umidade). Uma vez que as mortadelas com redução lipídica demonstraram os maiores valores de umidade, a gordura vegetal combinada com os hidrocoloídes incorporou mais água no produto final. Todos os tratamentos apresentam valores próximos de 11%, sendo assim, o aumento de 2% de carne suína na formulação foi parcialmente eficaz na permanência da relação umidade proteína. Uma vez que entre os tratamentos que comparam a utilização de gordura animal e vegetal entre cada par de tratamentos (CA e CV; RGA e RGV; RGAH e RGVH) o valor obtido foi o mesmo. Estes resultados corroboram com os encontrados por Choi (2010) que utilizou óleos vegetais em salsichas, pois houve acréscimo de umidade, estabilidade no teor proteico e redução proporcional de lipídios frente à formulação.

Em comparação com a tabela de composição de alimentos do USDA para Mortadela Bologna low-fat de carne bovina e suína, com os valores obtidos no presente estudo os tratamentos com teor reduzido de gordura (RGA, RGV, RTHGA e RTHGV) possuem 4% a mais de umidade, 6% menos gordura e teor proteico similar. O Brasil não possui padrão de identidade e qualidade para produto Bologna de reduzido teor de gordura, para que o produto cárneo tenha apelo de redução à formulação deve conter no mínimo 25% menos gordura do produto tradicional. Neste experimento a formulação possuiu 66% de redução, enquanto a composição centesimal 49% redução efetiva. Viabilizando a redução de gordura e obtenção do produto similar ao tradicional. Contudo, para que este produto seja incorporado ao mercado brasileiro deverá ter maior conteúdo de proteína cárnea na formulação, uma vez que a legislação preconiza 12% de proteína e em média 3% menos de umidade nesta categoria de produtos cárneos.

Tabela 5 - Relação umidade/proteína, umidade, extrato etéreo e proteína em mortadelas com redução e substituição de gordura

	Umidade %	Extrato Etéreo %	Proteína%	Umidade/Proteína
CA	59,24 ± 1,0 ^c	25,30 ± 1,9 ^a	10,83 ± 1,0 ^{ab}	5
CV	56,74 ± 1,3 ^d	24,91 ± 2,8 ^a	11,63 ± 1,4 ^a	5
RGA	67,30 ± 4,2 ^b	16,79 ± 5,0 ^b	11,54 ± 1,3 ^a	6
RGV	68,09 ± 1,2 ^b	13,06 ± 1,2 ^c	11,64 ± 0,9 ^a	6
RGAH	67,87 ± 1,7 ^b	13,02 ± 1,6 ^c	9,89 ± 0,3 ^b	7
RGVH	70,03 ± 1,5 ^a	13,15 ± 1,5 ^c	10,72 ± 0,9 ^{ab}	7
Dianteiro bovino	72,72 ± 1,0	4,75 ± 0,3	19,61 ± 0,6	-
Paleta suína	68,07 ± 2,4	9,48 ± 0,8	17,68 ± 0,2	-
Retalho suíno gordo	23,40 ± 2,7	68,89 ± 2,5	6,38 ± 0,3	-
Toucinho	10,32 ± 0,6	86,12 ± 0,6	3,20 ± 0,9	-

Medias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente ($p < 0,05$). Umidade (N=5), Extrato Etéreo (N=3), Proteína (N=5) – para cada bloco; CA – Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); CV – Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; RGA- Reduzido Teor de Gordura Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); RGV: Reduzido Teor de Gordura Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); RAH- Reduzida Animal com hidrocolóides: adicionado Alginato e Goma Guar; RVH- Reduzida Vegetal com hidrocolóides.

2.3.7 Perfil lipídico

A composição de C14:0 da mortadela com gordura vegetal diminuiu em 32% a quantidade de mirístico quando comparado a CA (Tabela 6). Os resultados obtidos nos produtos com teor reduzido de gordura são abaixo dos descritos na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). Nos tratamentos com redução de gordura a mortadela com gordura vegetal possui 39% menos de C14:0 quando comparada com RGV, devido à composição da gordura vegetal que possui maior teor de oléico. Nos tratamentos com hidrocolóides o teor de mirístico foi o mesmo. O teor de Palmítico foi menor nos tratamentos com substituição de gordura animal em 14%. Quando comparados CA com RGA a redução é de 54% de C16:0, inferior aos dados declarados na TACO (4.14 g 100g⁻¹). A quantidade de esteárico não modificou com a alteração da fonte lipídica, contudo a redução quando comparado CA e RGAH foi de 51%, as mesmas proporções são observadas para os demais tratamentos com teor reduzido de gordura quando comparado aos controles (Tabela 6) e Anexo B.

A redução na quantidade de ácidos graxos saturados e insaturados não foi expressiva quando alterado a fonte lipídica. Talvez pelo fato do retalho suíno gordo continuar presente na formulação com gordura vegetal. Contudo a redução de gordura diminuiu em média 55% a quantidade de ácidos graxos saturados e 48% a de insaturados. Este resultado pode também verificado na relação polinsaturados/saturados (PUFA/SFA) que diminuiu com a redução de

gordura. O teor de ácidos graxos saturados deste experimento é 40% menor que os declarados na tabela de composição de alimentos do USDA e 72% inferior quando comparados aos tratamentos com teor reduzido de gordura (Tabela 6). Demonstrando que o produto desenvolvido deve possuir apelo de saudabilidade. Estes resultados são condizentes com Choi et al (2010) que pesquisou redução e substituição de gordura animal por óleos vegetais quanto a redução dos ácidos graxos acima discutidos, entretanto o TTP i foi reduzido nos óleos de algodão, soja e uva, sendo maior na inclusão do azeite de oliva e canola similares aos valores encontrados nesta pesquisa com a utilização da gordura vegetal.

Tabela 6 - Composição de ácidos graxos de mortadelas (g100g⁻¹) formuladas com redução e substituição de gordura utilizando gordura vegetal, alginato, goma guar e soro de leite

	Gordura Vegetal*	CA	CV	RGA	RGV	RAH	RGVH
Láurico C12:0	0,03	0,04 ± 0,06	0,01 ± 0,01	-	-	-	-
Mirístico C14:0	0,30	0,22 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,08 ± 0,10	0,13 ± 0,01	0,09 ± 0	0,09 ± 0
Miristoléico C14 :1	0,03	0,01 ± 0,01	-	-	-	-	-
Pentadecanóico C15 :0	0,03	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	-	0,02 ± 0,01	-	-
Palmítico C16 :0	12,30	3,39 ± 0,08	2,91 ± 0,14	1,22 ± 1,41	1,70 ± 0,01	1,57 ± 0,01	1,52 ± 0,06
Palmitoléico C16 :1	0,12	0,26 ± 0,15	0,11 ± 0,16	0,14 ± 0,16	0,20 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,10 ± 0,05
Heptadecanóico C17 :0	-	0,08 ± 0,01	0,03 ± 0,04	0,01 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0,02
Estearico C18 :0	13,60	1,95 ± 0,06	1,97 ± 0,02	0,70 ± 0,81	1,01 ± 0,01	0,98 ± 0,05	0,95 ± 0,02
Oléico C18:1 (cis e trans)	60,80	6,49 ± 0,12	7,65 ± 0,05	2,21 ± 2,55	3,10 ± 0,01	3,60 ± 0,01	3,59 ± 0,04
Linoleico C18 :2	11,40	1,85 ± 0,01	1,61 ± 0,01	0,56 ± 0,65	0,73 ± 0,01	0,70 ± 0,02	0,74 ± 0,01
Linolénico C18 :3	0,26	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01
Behemico C22 :0	0,60	0,13 ± 0,02	0,06 ± 0,01	0,04 ± 0,04	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01
Σ SFA	27,00	5,63 ± 0,04	5,00 ± 0,09	1,98 ± 2,28	2,84 ± 0,01	2,6 ± 0,05	2,54 ± 0,06
Σ MUFA	60,00	6,76 ± 0,02	7,77 ± 0,1	2,36 ± 2,73	3,31 ± 0,01	3,75 ± 0	3,69 ± 0,01
Σ PUFA	12,00	1,87 ± 0,01	1,64 ± 0,02	0,57 ± 0,66	0,76 ± 0,01	0,71 ± 0,02	0,77 ± 0,01
Σ UFA	60,95	8,63 ± 0,02	9,41 ± 0,08	2,92 ± 3,38	4,07 ± 0,01	4,46 ± 0,03	4,46 ± 0,01
SFA/UFA	0,44	0,65 ± 0,01	0,53 ± 0,01	0,68 ± 0,01	0,70 ± 0,01	0,58 ± 0,02	0,57 ± 0,01
PUFA/SFA	0,44	0,33 ± 0,01	0,33 ± 0,01	0,28 ± 0,01	0,27 ± 0,01	0,27 ± 0,01	0,30 ± 0,01

CA – Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); CV – Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; RGA- Reduzido Teor de Gordura Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); RGV: Reduzido Teor de Gordura Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); RAH- Reduzida Animal com hidrocoloídes: adicionado Alginato e Goma Guar; RGVH- Reduzida Vegetal com hidrocoloídes. SFA – Saturados; MUFA – Monoinsaturados; PUFA – Polinsaturados; UFA- Insaturados. *Perfil disponibilizado pela Cargill®.

2.3.8 Oxidação lipídica (TBARS)

Durante o período considerado como de validade do produto, 60 dias, os valores de TBARS obtidos não diferem estatisticamente entre os tratamentos e os valores encontrados são mínimos. As diferenças são observadas somente decorridos 90 dias da produção, período onde a legislação assegura que o produto está impróprio para consumo. Os tratamentos com hidrocoloides apresentaram maior oxidação (Figura 4A).

Os tratamentos com teores reduzidos de gordura vegetal (RGV) obtiveram mortadelas com aparente redução no potencial de oxidação lipídica (TBARS), este fato é decorrente da presença de conservantes como o 0,0125% BHA e de 0,0075% BHT na gordura vegetal, embora a mesma contenha ácidos graxos insaturados na sua formulação. Vale destacar que os produtos controles (CA) tiveram maior oxidação, mesmo com o tratamento que continha a gordura vegetal, porém ainda este tratamento continha retalho suíno em maior quantidade quando comparado com os tratamentos que receberam menor teor de gordura. Este resultado está de acordo com Alvarez et al. (2011) e Choi et al. (2010) que substituíram gordura animal por óleos vegetais em salsichas. A utilização dos hidrocolóides não aumentou o potencial de oxidação do emulsionado, prevalecendo então que a redução da quantidade de gordura também reduz o potencial de oxidação lipídica (Figura 4B).

Figura 4 - (A) Valores de TBARS durante 90 dias ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$). (B)- Valores de TBARS acelerado

TBA (N=9) – para cada bloco; CA – Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); CV – Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; RGA- Reduzido Teor de Gordura Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); RGV: Reduzido Teor de Gordura Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); RAH- Reduzida Animal com hidrocolóides: adicionado Alginato e Goma Guar; RGVH- Reduzida Vegetal com hidrocolóides. Valores seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente para teste Tukey a 5% de significância.

2.3.9 Teste de aceitação

Os atributos sensoriais sabor, textura e impressão global não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos para o teste de aceitação, evidenciando que a substituição e a redução de gordura não influenciaram a percepção sensorial destes atributos (Tabela 7).

As melhores notas de aroma foram para os tratamentos com menor quantidade de gordura RGV e RGAH. Os tratamentos com maior quantidade de gordura obtiveram as menores notas para a aparência, talvez pela menor intensidade de vermelho e maior luminosidade (Tabela 3). A substituição de gordura não modificou o aroma da mortadela, contudo a redução de gordura animal juntamente com a utilização de hidrocolóides proporcionou maior aceitação no aroma pelos consumidores. Quanto a textura e sabor, os consumidores não detectaram diferenças entre os tratamentos. Estes resultados demonstraram que a redução de 66% da quantidade de gordura na mortadela proporcionou um produto de boa aceitabilidade para o consumidor, ou seja, o produto apresentou as propriedades esperadas de mortadela Bologna e ainda superou o produto controle. Diferentemente Tobin et al. (2013) e Barreto (2009) que reduziram e/ou adicionaram respectivamente fibra de laranja; inulina e fibras de cereais na formulação de mortadelas com baixo teor de gordura, os valores obtidos na aceitação global dos provadores foram reduzidos provavelmente devido às modificações expressivas de textura e coloração, o que não ocorreu no presente trabalho.

Os valores encontrados (Tabela 7) com a utilização de hidrocolóides proporcionaram mudanças favoráveis na aceitação do consumidor e na textura. Estes resultados obtidos foram melhores que os reportados por Guerra et al. (2011), Tobin (2012) e Koutsopoulos (2008), os quais obtiveram valores de aceitação para mortadelas com menor quantidade de gordura (10%-37%) para as características de aparência, odor, sabor e impressão global, (Tabela 7). Assim a incorporação da gordura vegetal, alginato e goma guar em produto com teor reduzido de gordura (66%) promoveu boa aceitabilidade do consumidor.

Tabela 7 - Notas atribuídas para aparência, aroma, sabor, textura e impressão global em mortadelas com redução e substituição de gordura

	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
CA	6,0 ± 1,7 ^b	6,6 ± 1,4 ^{ab}	6,8 ± 1,4 ^a	6,3 ± 1,4 ^a	6,5 ± 1,7 ^a
CV	6,1 ± 1,8 ^b	6,4 ± 1,8 ^{ab}	6,3 ± 1,8 ^a	6,2 ± 1,9 ^a	6,3 ± 1,6 ^a
RGA	7,4 ± 1,3 ^a	5,4 ± 1,9 ^{ab}	6,6 ± 1,9 ^a	6,6 ± 1,5 ^a	6,7 ± 1,6 ^a
RGV	7,3 ± 1,6 ^a	6,4 ± 1,8 ^{ab}	6,4 ± 1,8 ^a	7,1 ± 1,5 ^a	7,0 ± 1,3 ^a
RGAH	7,2 ± 1,6 ^a	7,2 ± 1,3 ^a	7,2 ± 1,3 ^a	6,8 ± 1,5 ^a	6,8 ± 1,3 ^a
RGVH	6,4 ± 1,2 ^{ab}	6,6 ± 1,6 ^{ab}	6,6 ± 1,6 ^a	6,4 ± 1,6 ^a	6,5 ± 1,5 ^a

Medias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente ($p < 0,05$). Consumidores (N=52); CA – Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); CV – Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; RGA- Reduzido Teor de Gordura Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); RGV: Reduzido Teor de Gordura Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); RGAH- Reduzida Animal com hidrocolóides: adicionado Alginato e Goma Guar; RGVH- Reduzida Vegetal com hidrocolóides.

Quanto à preferência dos provadores nota-se que as mortadelas com teor reduzido de gordura possuem juntas 46% da preferência dos provadores (Figura 5), enquanto que as de teor reduzido com hidrocolóides somam 38%. Deste modo, o teste de aceitação aponta maior aceitação dos consumidores por produtos com teor reduzido de gordura sem que eles tivessem acesso a esta informação.

Figura 5 - Preferência percentual dos consumidores para cada tratamento

CA – Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); CV – Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; RGA- Reduzido Teor de Gordura Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); RGV: Reduzido Teor de Gordura Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); RGAH- Reduzida Animal com hidrocolóides: adicionado Alginato e Goma Guar; RGVH- Reduzida Vegetal com hidrocolóides.

2.3.10 Análise microscópica

A literatura (JIMENEZ-COLMENERO et al., 2010; CARBALLO et al, 1996b; CHIN et al., 2000) não apresenta uma padronização metodológica para análises em microscopia

eletrônica de varredura (MEV) em produtos emulsionados. Foi utilizado a crioscopia para preservar as estruturas possibilitando inferências condizentes a realidade.

Notou-se que quanto maior for o aumento da amplitude (imagem), mais estruturas são observadas, pois existem diferenças nos tamanhos dos glóbulos de gordura, nas bolhas de ar e água, dependendo da amplitude da imagem. Na análise microscópica com aumento de 300 vezes (Figuras de 6 a 11) notou-se que as estruturas das emulsões cárneas são muito similares. Contudo existem diferenças no tamanho e na superfície aparente dos glóbulos de gordura. Notou-se que a gordura vegetal possui estrutura mais compactada, com menos orifícios, apresentando ainda menor quantidade de rugosidades irregulares na superfície do glóbulo de gordura, o que provavelmente está relacionado com as diferenças na luminosidade (L^*) dos produtos com diferentes fontes lipídicas.

Os tratamentos com hidrocolóides supostamente apresentam maior quantidade de “cristais”, nestas condições experimentais, aparentemente são géis com estruturas pontiagudas que provavelmente viabilizaram maior absorção de água. Ou ainda, a formações de placas (géis) nos tratamentos com hidrocolóides que são similares às encontradas em CA, porém com textura diferenciada frente ao produto tradicional (CA).

Figura 6 - CA – Controle Animal

Figura 7 - CV – Controle Vegetal

Figura 8 - RGA – Reduzido Teor de Gordura Animal

Figura 9 - RGV - Reduzido Teor de Gordura Vegetal

Figura 10 - RGAH – Reduzido Teor de Gordura Animal com hidrocolóides

Figura 11 - RGVH - Reduzido Teor de Gordura Vegetal com hidrocolóides

2.4 Conclusões

A utilização de hidrocolóides modificou a qualidade do produto principalmente quanto à textura (elasticidade e mastigabilidade). A redução de gordura diminuiu o potencial oxidativo, o teor de ácidos graxos saturados, minimizou a perda de peso no processo produtivo e obteve-se boa aceitação sensorial viabilizando o processamento deste tipo de produto. Deste modo sugere-se que o novo produto possua apelo de consumo ressaltando seu reduzido teor de gordura e suas características diferenciadas quanto à maciez e mastigação. Este resultado aponta caminho promissor para pesquisas futuras quanto à utilização de alginatos e gomas em produtos cárneos associados a outras fontes lipídicas.

Referências

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST'S. **Official methods of AOAC International**. Gaithersburg, 2006. 12 p.

BARRETTO, A.C.S.; POLLONIO, M.A.R. Aplicação de fibras como substituto de gordura em mortadela e influência sobre as propriedades sensoriais. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 23, p. 181, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Instrução normativa nº 04, de 05 de abril de 2000**. Regulamento técnico de identidade e qualidade de mortadela. Disponível em: < TTP://www.agricultura.gov.br/sislegis>. Acesso em: 08 mar. 2013.

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

CARBALLO, J.; FERNÁNDEZ, P.; BARRETO, G.; SOLAS, M.T.; JIMENEZ COLMENERO, F. Characteristics of high- and low-fat bologna sausages as affected by final internal cooking temperature and chilling storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 72, n. 1, p. 40-48, 1996a.

_____. Morphology and texture of Bologna sausage as related to TTP io f fat, starch and egg white. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n. 3, p. 652-655, 1996 b.

CHIN, K.B.; KEETON, J.T.; MILLER, R.K.; LONGNECKER, M.T.; LAMKEY, J.W. Evaluation of konjac blends and soy protein isolate as fat replacements in low-fat Bologna. **Food Chemistry and Toxicology**, Malden, v. 65, n. 5, p. 756-763, 2000.

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

CHOI, Y.S.; CHOI, J.H.; HAN, D.J.; KIM, HACK-YOUN; LEE, MI-AI.; KIM, HYUN-WOOK; JEONG, JONG-YOUN; KIM, CHEON-JEI. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. **Meat Science**, Barking, v. 82, p. 266-271, 2009.

FAROUK, M.M.; FROST, D.A.; KRSINIC, G.; WU, G. Phase TTP ior, rheology and microstructure of mixture of meat proteins and kappa and iota carrageenans. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 25, p. 1627-1636, 2011.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 22, p. 497-509, 1957.

GUERRA, I.C.D.; FELEX, S.S.S.; MEIRELES, B.R.L.M.; DALMAS, P.S.; MOREIRA, R.T.; HONORIO, V.G.; MORGANO, M.A.; MILANI, R.F.; BENEVIDES, S.D.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MADRUGA, M.S. Evaluation of goat mortadella prepared with different levels of fat and goat meat from discarded animals. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 98, p. 59-63, 2011.

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

INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION. **Recommendations on uniform color spaces, color difference equations, psychometric color terms**. Paris: Bureau Central de la CIE, 1978. 18 p. (Supplement, 2).

JUNCHER, D.; VESTERGAARD, C.S.; SULTOFT-JENSEN, J.; WEBER, C.J.; BERTELSEN, G.; SKIBSTED, L.H. Effects of chemical hurdles on microbiological and oxidative stability of a cooked cured emulsion type meat product. **Meat Science**, Barking, v. 55, p. 483–491, 2000.

KOUTSOPOULOS, D.A.; KOUTSIMANIS, G.E.; BLOUKAS, J.G. Effect of carrageenan level and packaging during ripening on processing and quality characteristics of low-fat fermented sausages produced with olive oil. **Meat Science**, Barking, v. 79, p. 188–197, 2008.

LIN, K.W.; MEI, M.Y. Influences of gums, soy protein isolate, and heating temperatures on reduced-fat meat batters in a model system. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 30, n. 5, p. 1295-1300, 2007.

MADRUGA, M.S.; ELMORE, J.S.; ORUNA-CONCHA, M.J.; BALAGIANNIS, D.; MOTTRAM, D.S. Determination of some water-soluble aroma precursors in goat meat and their enrolment on flavour profile of goat meat. **Food Chemistry**, London, v. 123, p. 513–520, 2010.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **World health statistics 2012**. Disponível em: < [TTP://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2012/en/index.html](http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2012/en/index.html)>. Acesso em: 10 mar. 2013.

OSPINA, E.J.C.; CRUZ, S.A.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J.A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.C. Development of combinations of chemically modified vegetable oils as pork backfat substitutes in sausages formulation. **Meat Science**, Barking, v. 84, p. 491–497, 2010.

PÉREZ-MATEOS, M.; MONTERO, P. Contribution of hydrocolloids to gelling properties of blue whiting muscle. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 210, p. 383–390, 2000.

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

RUIZ-CAPILLAS, C.; TRIKI, M.; HERRERO, A.M.; RODRIGUEZ-SALAS, L.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Konjac gel as pork backfat replacer in dry fermented sausages: processing and quality characteristics. **Meat Science**, Barking, v. 92, p. 144–150, 2012.

SAMPAIO, G.R.; CASTELLUCCI, C.M.N.; PINTO E SILVA, M.E.M.; TORRES, E.A.F.S. Effect of fat replacers on the nutritive value and acceptability of beef frankfurters. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v.17, p. 469–474. 2004.

SAS INSTITUTE. **SAS/IML software**: usage and reference, version 8.0. Cary, 2002.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R. Emulsões cárneas. In: SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Editora Varela, 2006. cap. 12, p. 123-133.

TOBIN, B.D.; O'SULLIVAN, M.G.; HAMILL, R.M.; KERRY, J.P. Effect of varying salt and fat levels on the sensory and physiochemical quality of frankfurters. **Meat Science**, Barking, v. 92, p. 659–666, 2012.

_____. The impact of salt and fat level variation on the physiochemical properties and sensory quality of pork breakfast sausages. **Meat Science**, Barking, v. 93, p. 145–152, 2013.

YOUSSEF, M.K.; BARBUT, S. Effects of protein level and fat/oil type on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. **Meat Science**, Barking, v. 82, n. 2, p. 228–233, 2009.

XIONG, Y.L. A comparison of the rheological characteristics of different fraction of chicken myofibrillar proteins. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, v. 16, p. 217–227, 1993.

ZHOU, W.W.; MENG, L.; LI, X.I.; MA, L.; RUITONG, D.A.I. Effect of the interaction between carrageenan, gellan gum and flaxseed gum on quality attributes of starch-free emulsion-type sausage. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v. 21, p. 255–267, 2010.

Anexos

Anexo A – Fotografia dos tratamentos desenvolvidos

Anexo B – Exemplos de Cromatogramas obtidos nas análises de perfil lipídico

3 PERFIS SENSORIAIS EM TRÊS FAIXAS ETÁRIAS DE PROVADORES E ACEITAÇÃO DO CONSUMIDOR DA MORTADELA BOLOGNA COM REDUÇÃO E DA SUBSTITUIÇÃO DA GORDURA ANIMAL

Resumo

Atualmente é grande a busca por um estilo de vida saudável com alimentação balanceada. Estas mudanças nas expectativas dos indivíduos estão também relacionadas com as fases da vida do consumidor. Os jovens em geral são saudáveis, estão em fase de descobertas, mudanças e em formação de opinião, enquanto os idosos possuem preferências consolidadas e geralmente apresentam restrições alimentares. Para os idosos os alimentos com características sensoriais atraentes como fácil mastigabilidade e deglutição. Neste aspecto os produtos cárneos emulsionados possuem estas características atrativas, entre elas a mortadela destaca-se como alimento de fácil mastigabilidade, de baixo custo, amplamente consumido, de sabor e odor característico intenso e com potencial para redução de gordura, pois possui até 30% de lipídios. O envelhecimento provoca mudanças nas membranas das células gustativas alterando a funcionalidade dos canais iônicos e dos receptores gustativos responsáveis pela distinção dos sabores. Os componentes gordurosos dos alimentos contribuem como chave nos benefícios sensoriais e fisiológicos, aumentando a sensação de saciedade durante as refeições, atua na cremosidade, aparência, palatabilidade, textura e lubrificação. Poucos são os trabalhos que comparam como a composição e o teor lipídico influenciam na percepção sensorial dos consumidores de diferentes idades. Assim o objetivo deste trabalho é conhecer a aceitabilidade de emulsionado cárneo com a composição e teor de gordura diferenciado frente ao consumidor e comparar perfis sensoriais obtidos por jovens, adultos e idosos treinados. Os resultados dos 110 consumidores demonstraram que individualmente nenhum dos tratamentos foi considerado preferido, entretanto quando avaliados em conjunto os produtos com teor reduzido de gordura somam 64% da preferência, indicando que foram preferidos pelos consumidores, viabilizando sua produção e disponibilidade no mercado ($p>0,05$). Os consumidores com mais idade não conseguiram diferenciar os tratamentos no teste de aceitação. Entre os grupos treinados os perfis sensoriais obtidos foram diferentes, porém os grupos treinados destacaram que a redução da gordura animal promoveu produtos mais similares ao tradicional quando comparados aos substituídos por gordura vegetal. Este estudo reforça a importância da seleção de grupos de provadores dependendo do público alvo do produto a ser desenvolvido. Destaca-se ainda a necessidade de aprimoramento das análises sensoriais descritivas, sendo os mapas de referências utilizados neste trabalho uma ferramenta simples que auxilia os provadores na obtenção de resultados.

Palavras-chave: ADQ; Componentes principais; Gordura vegetal; Hidrocolóides; Idades de consumidores

Abstract

Currently there is a great quest for a healthy lifestyle with a balanced diet. These changes in the expectations of individuals are also related to the ages of the consumer. Young people are generally healthy, and they are in opinion formation, while the elderly have consolidated preferences and often should have dietary restrictions. For older people foods with attractive features like easy sensory chewiness and swallowing. In this aspect the meat products emulsified have these attractive features, including Italian sausages stands out as food chewiness easy, inexpensive, widely consumed, flavor and characteristic pungent odor

and the potential for fat reduction because it has up to 30% lipids. Aging causes changes in taste cell membranes by altering the functionality of the ionic channels and of taste receptors responsible for the distinction of flavors. The components of fatty foods contribute to key in sensory and physiological benefits, increasing the feeling of satiety during meals, acts on creaminess, appearance, palatability, texture and lubrication. There are few studies that compare how the composition and lipid content influence the sensory perception of consumers of different ages. Thus the aim of this work is to know the acceptability of emulsified meat diet with the composition and fat front differential and compare consumer sensory profiles obtained by youth, adults and seniors trained. The results showed that of the 110 individual consumers any of the treatments was considered preferred, however when evaluated products with reduced fat content accounted for 64% of preference, indicating that are preferred by consumers; enabling production and available on the market. Older consumers were unable to distinguish between treatments in acceptance testing. Among the groups trained sensory profiles obtained were different, but the trained groups emphasized that the reduction in animal fat products promoted as similar as compared to the traditional replaced by vegetable fat. This study reinforces the importance of selecting groups of assessors depending on the target audience of the product to be developed. Another highlight is the need for improvement of sensory descriptive analysis, with the maps of references used in this work a simple tool that helps testers in getting results.

Keywords: QDA; ACP; Vegetal fat; Hydrocolloids; Age of consumers

3.1 Introdução

Atualmente é grande a busca por um estilo de vida saudável com alimentação balanceada. Sendo assim, os consumidores optam por alimentos com baixos em sal, colesterol, nitritos, gordura, ou produtos que contenham ingredientes bioativos. Mudanças nas expectativas dos indivíduos frente aos produtos alimentícios estão também relacionadas com as fases da vida do consumidor, pois os interesses e as expectativas são muito divergentes entre jovens e idosos, ou ainda, entre crianças e adolescentes. Os jovens em geral são saudáveis, estão em fase de descobertas, mudanças e em formação de opinião; tendendo aceitar o direcionamento da mídia. Enquanto os idosos possuem preferências consolidadas e geralmente apresentam restrições alimentares em decorrência de enfermidades. Mesmo sabendo das divergências entre as faixas etárias raros são os estudos comparativos quanto aos perfis sensoriais obtidos em diferentes idades.

A Organização das Nações Unidas (ONU) aponta aumento dos idosos em todo o mundo e estima que em 2050 a população com mais de 60 anos irá dobrar em países desenvolvidos. Para os idosos os alimentos que possuam fácil mastigabilidade e deglutição são características sensoriais atraentes (GUNNAR et al., 2008). Neste aspecto os produtos cárneos emulsionados

são atrativos, a mortadela destaca-se como alimento de fácil mastigabilidade, de baixo custo, amplamente consumido, de sabor e odor característico intenso e com potencial para redução de gordura, pois possui até 30% de lipídios. O amplo consumo da mortadela pode ser evidenciado pelo famoso e histórico sanduiche do Mercado Municipal de São Paulo, que reúne gerações, sendo visível a presença expressiva de consumidores de todas as idades nas dependências do tradicional estabelecimento. Ou ainda, através da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF-2008-2009), que apresenta consumo médio de mortadela por faixa etária, onde adolescentes, adultos e idosos consomem respectivamente de 657, 511 e 292 g/ano, demonstrando que mesmo havendo redução no consumo das faixas etárias com maior idade o consumo dos idosos ainda é expressivo.

As membranas das células gustativas, os canais iônicos e os receptores gustativos com o envelhecimento sofrem mudanças físicas e químicas que modificam sua funcionalidade (MASSON, 2000). A ingestão de medicamentos, a presença de patologias e também fatores ambientais podem contribuir para o declínio da percepção químico-sensorial. Além disso, as modificações do fluxo e da composição salivar, como os transtornos da mastigação contribuem para a alteração da percepção químico-sensorial (aroma/sabor) e perturbam a percepção dos aromas e dos componentes responsáveis pelo sabor (BOYCE; SHONE, 2006; SCHIFFMAN; GRAHAM, 2000; MASSON, 2000). Esta queda reflete na diminuição da percepção de baixas concentrações (MOJETTE et al., 2001, 2003). Contudo, ainda existem divergências, pois Kälviäinen, Schlich e Tuorila (2000) concluíram que provadores adultos definiram mais claramente suas preferências sensoriais que os jovens.

Os componentes gordurosos dos alimentos contribuem como chave nos benefícios sensoriais e fisiológicos, quando combinados com a percepção dos sentidos na boca, tato e aroma. A gordura aumenta a sensação de saciedade durante as refeições, atua na cremosidade, aparência, palatabilidade, textura e lubrificação. As gorduras também podem carregar componentes lipofílicos que atuam como precursores de desenvolvimento e estabilizantes de sabor e odor (LELAND, 1997). Os substitutos de gordura geralmente são menos saborosos que as gorduras animais, pois no caso dos hidrocolóides carregam sabores solúveis em água (AKOH, 1998; IZYDORCZYK, 2005).

Poucos são os trabalhos que comparam como a composição e o teor lipídico influenciam na percepção sensorial dos consumidores, principalmente nos idosos, pois é difícil à disponibilidade, o treinamento e o trabalho é exaustivo para obtenção deste tipo de dado, assim existe uma lacuna científica quanto ao entendimento de como as diferentes faixas etárias definem produtos com quantidade e composição distinta de gordura. Deste modo

pretendeu-se, mesmo com todos estes desafios, conhecer a aceitabilidade de emulsionado cárneo com a composição e teor de gordura diferenciado frente ao consumidor e comparar perfis sensoriais obtidos por jovens, adultos e idosos treinados.

3.2 Material e Métodos

O projeto foi avaliado pelo Comitê de Ética da ESALQ para a realização das análises sensoriais com a utilização de adultos não fumantes maiores de 18 anos (Processo nº95/2011).

3.2.1 Teste de aceitação

Com o objetivo de verificar o efeito dos diferentes substitutos de gordura animal nas características sensoriais das mortadelas produzidas, todos os tratamentos foram avaliados sensorialmente aplicando o Teste de Aceitação com escala hedônica de nove pontos (1= desgostei extremamente e 9 = gostei extremamente) (MINIM, 2010), conforme ficha apresentada no anexo I. As amostras foram apresentadas monadicamente, sendo disponibilizada uma fatia de 0,15 cm provenientes de peças de aproximadamente 700 g. Os consumidores foram orientados a avaliar a aparência, aroma, sabor e qualidade global utilizando da escala hedônica. O delineamento foi inteiramente casualizado, sendo que todos os provadores receberam as seis amostras. A análise estatística utilizada foi ANOVA e teste Tukey com 5% de significância.

3.2.1.1 Valor de Roessler

Este valor é determinado através da fórmula de Roessler (1978) com o objetivo de determinar o número mínimo de respostas necessárias para estabelecer preferência significativa de uma amostra. A fórmula está descrita à seguir:

$$X = \frac{[(Z\sqrt{n}) + n + 1]}{2}$$

Z = 2,12132; N = Número de julgamentos realizados; X = Numero de julgamentos necessários para afirmar que existe preferência.

3.2.2 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®)

Primeiramente os voluntários participaram de uma pré-seleção de provadores. Eles foram convidados a participar de três dias de análises com três diferentes testes discriminatórios por dia. Os testes foram: Ordenação de cores (análise sequencial de cores),

Identificação de odores (discriminação de 7 odores distintos) e teste de gostos básicos (distinguir os 5 sabores básicos (ELLENDERSEN, 2010)).

3.2.2.1 Ordenação de cores: Os voluntários receberam em cabines individuais um jogo de fichas coloridas (Figura 1^a) e foram orientados a colocá-las em ordem crescente de tonalidade do amarelo ao laranja. As fichas tinham suas faces numeradas voltadas para baixo, deste modo o voluntário não conhecia sua sequência. Ao término da ordenação a equipe de apoio juntamente com o provador colocava a face numerada para cima, verificando se a sequência apresentada pelo provador estava correta. Foi considerado apto o provador do painel sensorial que obteve nas três sessões 100% de acerto (ELLENDERSEN, 2010).

3.2.2.2 Identificação de odores: Em frascos âmbar de 50 ml foram colocados 7 aromas distintos (alecrim, canela, cebola, pimenta branca, alho, aroma de fumaça e mortadela), as amostras foram acondicionadas em duas gases e inseridas nos frascos âmbar (Figura 1B). Foram produzidos 12 conjuntos de frascos, utilizados na mesma semana de análise e armazenados em local seco e arejado. Depois de cada teste os tubos foram higienizados com álcool 70%. Os provadores foram orientados a cheirar café entre um frasco e outro para eliminar possíveis interferentes de aroma entre as amostras. Para a tabulação dos dados foram considerados:

- Identificação correta do odor (3 pontos),
- Utilização de um termo descritivo ou associativo (2 pontos),
- Resposta errada (1 ponto),
- Ausência de resposta (zero).

O voluntário foi selecionado como provador quando obteve 70% ou mais dos pontos possíveis através das respostas corretas. Neste experimento o máximo de pontos era 21 deste modo o provador aceito obteve no mínimo 14 pontos. Conforme ficha de avaliação (anexo B).

3.2.2.3 Teste de gostos básicos: O Teste consistiu em apresentar cinco soluções aquosas codificadas com três dígitos em copos plásticos descartáveis (Figura 1C). Os gostos básicos apresentados foram quatro: sendo eles: ácido ($0,5 \text{ g L}^{-1}$ ácido cítrico), amargo ($0,1 \text{ g L}^{-1}$ cafeína), salgado (3 g L^{-1} NaCl), doce (16 g L^{-1} sacarose) e água. A água foi acrescentada para evitar respostas falsas, ou seja, descrição das amostras por exclusão a partir das respostas já

definidas. Os voluntários foram considerados aptos como provadores quando obtiveram 100% de acerto nas três sessões. Conforme ficha de avaliação (anexo C) (ELLENDERSEN, 2010).

Figura 1 - A- Fichas de cores numeradas. B- Frascos âmbar contendo os diferentes odores. C- Teste de gostos básicos

Todos os voluntários tinham o hábito de consumir mortadela. Os provadores pré-selecionados passaram para a segunda fase da ADQ, eles eram de diferentes faixas etárias sendo 8 jovens de 18 a 29 anos (27% do sexo masculino), 8 adultos de 47 a 58 anos (50% do sexo masculino) e 7 idosos de 74 a 83 anos (83% do sexo masculino). Pela primeira vez o provador teve contato com uma amostra representativa do produto desenvolvido (Figura 2). Os voluntários foram convidados ao desenvolvimento da terminologia descritiva. Foi utilizado o método de comparação pareada. Cada provador recebeu duas amostras de mortadela fatiada (2 mm de espessura) servidas juntas, sendo a primeira mortadela (bolonhella- perdigão) e a segunda (mortadela de frango perdigão) ambas possuem origem de peças de 500 gramas similares às mortadelas desenvolvidas neste experimento.

Figura 2 - Amostras representativas para desenvolvimento de terminologia descritiva

Os provadores foram orientados a provar as duas amostras e indicar similaridade e diferenças entre elas quanto à aparência, aroma, sabor e textura (anexo D). Na mesma semana os provadores foram convidados a participar de uma reunião onde os termos por eles descritos foram selecionados os atributos que melhor definem as amostras. Os termos estão listados nas tabelas, estes termos permitiram selecionar padrões de referencia para cada atributo ambos estão descritos nas figuras 3A, 3B e 3C.

	Atributo	Definição	Referências
Aparência	Distribuição da Gordura	A disposição dos glóbulos de gordura na fatia.	Pouco: Mortadela com vários pontos de gordura (toucinho) localizados.
			Muito: Mortadela com poucos pontos de gordura bem distribuídos.
	Rosa – Vermelho*		
Aroma	Característico de Mortadela	Aroma de embutido feito de carne de bovina, suína e gordura com a adição de condimentos.	Pouco: Um caldo de carne Knorr ® .
			Muito: Mortadela (Ceratti ®).
Textura	Consistente	Não resiste à pressão	Pouco: Queijo frescal.
			Muito: Presunto (Sadia ®).
Sabor	Característico de Mortadela	Embutido feito de carne de bovina, suína e gordura com a adição de condimentos.	Pouco: Salsicha (Sadia ®).
			Muito: Mortadela Bologna (Ceratti ®).

Figura 3A - Atributos, definições e padrões de referência definidos segundo o grupo de provadores idosos

*Esta escala de cores pode replicada utilizando os parâmetros de RGB e/ou L, a e b. Conforme esquema a seguir:

RGB é a sigla que denomina Vermelho (Red), Verde (Green) e Azul (Blue), a função deste sistema é reproduzir cores em dispositivos eletrônicos e em fotografias tradicionais.

cm	L	a	b	R	G	B
0	95	5	2	251	236	236
1	91	11	4	251	221	221
2	85	19	7	252	200	200
3	79	29	12	252	174	174
4	72	41	18	252	146	146
5	66	53	27	253	116	116
6	61	63	36	253	89	89
7	58	71	46	253	64	64
8	56	76	55	254	44	44
9	55	78	60	254	32	32

	Atributo	Definição	Referências
Aparência	Quantidade de Gordura	Número de glóbulos de gordura na fatia.	Ausência: Mortadela sem toucinho. Muito: Mortadela com toucinho.
	Furinhos na massa	Número de furinhos na massa da fatia.	Ausência: Mortadela sem furinhos. Muito: Mortadela com vários furinhos.
	Rosa - Vermelho		
Aroma	Característico de Mortadela	Aroma de embutido feito de carne de bovina, suína e gordura com a adição de condimentos.	Pouco: Um caldo de carne. Muito: Mortadela (Ceratti®)
Textura	Macia	Sede à pressão.	Pouco: Salame Muito: Pão de leite.
Sabor	Característico de Mortadela	Embutido feito de carne de bovina, suína e gordura com a adição de condimentos.	Pouco: Mortadela de frango (Perdigão®) Muito: Mortadela Bologna (Ceratti®)
	Gorduroso	Levemente engordurado e/ou oleoso. Com adesividade na boca.	Ausência: Bolacha água e sal Muito: Chocolate hidrogenado

Figura 3B - Atributos, definições e padrões de referência definidos segundo a equipe de provadores adultos

Atributo		Definição	Referência
Aparência	Quantidade de Gordura	Número de glóbulos de gordura na fatia.	Ausência: Mortadela sem toucinho. Muito: Mortadela com toucinho.
	Distribuição da Gordura	A disposição dos glóbulos de gordura na fatia.	Pouco: Mortadela com porções de gordura concentrada. Muito: Mortadela sem gordura aparente. Muito bem distribuída.
	Brilho	Lustroso e reluzente.	Ausência: Mortadela exposta na geladeira. Muito: Mortadela recém-fatiada.
	Furinhos na massa	Número de furinhos na massa da fatia.	Ausência: Mortadela sem furinhos. Muito: Mortadela com vários furinhos.
	Rosa – Vermelho		
	Característico de Mortadela	Aroma de embutido feito de carne de bovina, suína e gordura com a adição de condimentos.	Pouco: Um caldo de carne. Muito: Mortadela (Ceratti®).
Aroma	Tempero Pronto	Odor artificial de condimentos.	Ausente: Sal Muito: Tempero pronto comercial para arroz
Textura	Macia	Não resiste à pressão.	Pouco: Salame Muito: Pão de leite
Atributo		Definição	Referência

Sabor	Característico de Mortadela	Embutido feito de carne de bovina, suína e gordura com adição de condimentos.	Pouco: Mortadela de frango Muito: Mortadela Bologna (Ceratti®).
	Salgado	Intensidade de sal perceptível.	Ausente: Água Mineral Muito: Salmoura
	Amanteigado	Levemente engordurado e/ou oleoso.	Ausência: Bolacha água e sal Muito: Chocolate hidrogenado
	Tempero	Característico de condimentos com sabores artificiais.	Ausência: Salgadinho de queijo Muito: Salgadinho de cebola

Figura 3C - Atributos, definições e padrões de referência definidos segundo a equipe de provadores jovens

Nas três sessões de treinamento, os provadores receberam separadamente cada amostra, sendo a mortadela Bologna Ceratti e mortadela de frango Perdigão, juntamente com ficha de avaliação individual (Anexos E, F e G) e mapa de atributos (Anexos H, I e J) ambas dependendo da idade do provador, esta etapa aconteceu com o intuito de treinar e verificar o treinamento da equipe.

Decorrido o treinamento e a verificação estatística do mesmo tendo como critérios de consenso para 80% dos atributos dos provadores, para amostra de $p < 0,5$ e para repetição $p > 0,05$; os provadores foram submetidos a seis dias de sessões avaliando três amostras por sessão, totalizando os seis tratamentos com três repetições. Em todos os dias de análise os provadores receberam a ficha de avaliação e o mapa de atributos.

O conjunto de dados também foi submetido aos tratamentos matemáticos e estatísticos multivariados, sendo a Análise de Componentes Principais (ACP) e a análise gráfica da reprodutibilidade dos provadores.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Preferência do consumidor

Os 110 provadores todos não fumantes, eram consumidores 60% do sexo feminino, sendo 23,4% jovens entre 18 e 29 anos; 31,7% entre 30 e 59 anos; 31,8% entre 47 e 59 anos e 13,1% da terceira idade.

Quando os consumidores foram questionados sobre qual dos tratamentos era o seu preferido o percentual de preferência obtido para cada tratamento está apresentado na tabela 6. Estes consumidores foram 60% do sexo feminino, sendo 23,4% jovens entre 18 e 29 anos; 31,7% entre 30 e 59 anos; 31,8% entre 47 e 59 anos e 13,1% na terceira idade.

Quando os dados foram avaliados na sua totalidade ($n=110$ provadores) pode ser observado que nenhum dos tratamentos foi considerado como preferido, pois para que este fato fosse verdadeiro seria necessário que pelo menos um dos tratamentos obtivesse 57% da preferência, conforme o valor de Roessler (1978).

Entretanto, os valores dos produtos com teor reduzido de gordura somam 64% da preferência, indicando que os produtos com teor reduzido de gordura foram preferidos pelos consumidores. O percentual de preferência dos tratamentos com hidrocolóides foi ligeiramente inferior aos seus análogos sem hidrocolóides.

A preferência percentual dos provadores quando avaliada por idade apresenta claramente que com o aumento da idade é maior a não diferenciação das amostras. Este

percentual é o dobro na terceira idade quando comparado aos provadores adultos. Enquanto que entre os jovens a não diferenciação dos tratamentos é inferior à 2%.

Os idosos apresentam valores percentuais muito próximos para todos os tratamentos. O valor encontrado nas duas faixas etárias de maior idade indica que não houve preferência dos consumidores por nenhum produto. Indicando que os produtos desenvolvidos foram muito similares ao produto tradicional.

Tabela 1 - Porcentagem de preferência (%) dos consumidores para cada tratamento

	Geral n=110	18 a 29 n=26	30 a 46 n=33	47 a 59 n=33	60 a 85 n=18
CA	13,8	16,4	11,2	15,1	11,4
CV	14,8	10,9	18,7	13,6	20,0
RGA	21,0	10,9	23,7	24,2	17,1
RGAH	11,0	20,0	11,2	6,1	11,4
RGV	16,2	21,8	13,7	18,2	14,3
RGVH	15,7	18,2	13,7	15,1	11,4
TODAS	7,6	1,8	7,5	7,6	14,3
ROESSLER	57,0	65,2	62,5	63,8	69,3

Geral (N=110); 18 a 29 anos (N=26); 30 a 46 anos (N=33); 47 a 59 anos (N=33); 60 a 85 anos (N=18). CA - Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); CV – Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; RGA- Reduzido Teor de Gordura Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); RGV: Reduzido Teor de Gordura Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); RGAH- Reduzida Animal com hidrocolóides: adicionado Alginato e Goma Guar; RGVH- Reduzida Vegetal com hidrocolóides. TODAS o provador assumiu que todas eram iguais e deste modo não houve preferência.

3.3.2 Teste de aceitação com consumidores

Tendo como base a média dos valores obtidos pelos atributos de aparência, aroma, textura, sabor e impressão global das mortadelas desenvolvidas (Tabela 2), nota-se que o consumidor não observou ($p < 0,05$) diferenças quanto à aparência e impressão global dos produtos desenvolvidos. Para o aroma o tratamento RGA obteve melhor aceitação ($p < 0,05$) quando comparado com RGVH. A textura dos produtos com teor reduzido de gordura animal foi julgada como semelhante à do tratamento controle animal, evidenciando que é aceitável a textura dos produtos com redução de gordura animal tanto na presença como na ausência de hidrocolóides. Quanto ao sabor nota-se que os produtos com gordura animal, mesmo de teor reduzido, receberam maiores notas quanto à aceitação.

Tabela 2 - Atributos avaliados por consumidores em teste de aceitação sensorial de seis amostras de mortadela Bologna

	Aparência	Aroma	Textura	Sabor	Impressão Global
CA	7,7 ± 1,5 ^a	7,4 ± 1,5 ^{ab}	7,6 ± 1,6 ^{ab}	7,5 ± 1,5 ^{ab}	7,9 ± 1,2 ^a
CV	7,8 ± 1,3 ^a	7,7 ± 1,3 ^{ab}	8,1 ± 1,2 ^a	8,0 ± 1,4 ^{ab}	8,2 ± 1,1 ^a
RGA	8,0 ± 1,3 ^a	7,9 ± 1,2 ^a	8,1 ± 1,1 ^{ab}	8,0 ± 1,2 ^a	8,2 ± 1,0 ^a
RGAH	8,0 ± 1,3 ^a	7,7 ± 1,3 ^{ab}	8,0 ± 1,2 ^{ab}	8,0 ± 1,4 ^{ab}	8,1 ± 1,2 ^a
RGV	8,0 ± 1,2 ^a	7,6 ± 1,5 ^{ab}	7,8 ± 1,6 ^{ab}	7,7 ± 1,7 ^{ab}	7,9 ± 1,5 ^a
RGVH	7,9 ± 1,5 ^a	7,3 ± 1,9 ^b	7,5 ± 1,8 ^b	7,4 ± 1,9 ^b	7,8 ± 1,6 ^a

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente ($p > 0,05$). CA - Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); CV – Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; RGA- Reduzido Teor de Gordura Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); RGV: Reduzido Teor de Gordura Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); RGAH- Reduzida Animal com hidrocolóides: adicionado Alginato e Goma Guar; RGVH- Reduzida Vegetal com hidrocolóides.

A partir dos resultados de impressão global foi possível elaborar a figura 2 é afirmar que F1 e F2 (1 e 2) explicaram 55,3% da variância total dos dados de aceitação referentes à impressão global das amostras de mortadela. Deste modo apresentam boa representatividade da dispersão das amostras. Este gráfico possibilita comparar as amostras em relação à aceitação dos consumidores, observa-se que as amostras CA e RGVH estão no terceiro quadrante, RGA e RGAH estão próximos no segundo quadrante indicando que elas não diferem quanto à aceitação dos consumidores. Quanto aos tratamentos CV e RGV estes estão isolados no primeiro e quarto quadrante demonstrando que são diferentes. Assim nota-se que existem quatro grupos de produtos distintos que possuem aceitações diferentes. Houve maior concentração dos consumidores no primeiro e segundo quadrante, deste modo os produtos com teor reduzido de gordura animal foram os mais aceitos (RGA e RGAH). Salienta-se ainda que CV possui expressiva aceitação, contudo tende para o quarto quadrante onde estão localizados poucos consumidores.

A maior aceitação dos tratamentos com teor reduzido de gordura obtida neste trabalho também foi evidenciada por Feng et al. (2013), Jimenez-Colmenero et al. (2010), Choi et al. (2010, 2009) e Guerra (2011) que utilizaram géis e óleos vegetais como substituto de gordura obtendo maior aceitação.

Contudo, a aceitabilidade elevada obtida para mortadela com teor reduzido de gordura no presente trabalho diverge dos relatos de Bortoluzzi (2009), Barreto (2007), que utilizaram respectivamente fibra de laranja e inulina como ingrediente substituto capaz de reter maior umidade no produto. Assim, também Tobin et al. (2013, 2012) obtiveram aceitação desfavorável para o produto desenvolvido quando combinou redução de sal e de gordura em

emulsionado cárneo. Uma provável explicação para a elevada aceitabilidade do produto desenvolvido pode estar relacionada à matéria prima cárnea de origem nobre quando comparada às mortadelas de varejo que possuem quantidades consideráveis de carne mecanicamente separada e ingredientes denominados de enchedores, sendo que ao reduzir a gordura o conteúdo proteico proporcionou manutenção das propriedades sensoriais do produto desenvolvido. Outro fator que auxiliou na obtenção desta aceitabilidade provavelmente foi a utilização de gordura vegetal diferenciada que possui similaridade de ponto de fusão com o toucinho e dos outros ingredientes como os hidrocolóides que favorecem a textura do produto, sendo que a geleificação provocada por estes emulsificantes não provocou alterações negativas da textura.

Figura 2 - Mapa de preferência interno dos tratamentos de mortadela em relação à aceitação dos consumidores

CA - Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); CV – Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; RGA- Reduzido Teor de Gordura Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); RGV: Reduzido Teor de Gordura Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); RGAH- Reduzida Animal com hidrocolóides: adicionado Alginato e Goma Guar; RGVH- Reduzida Vegetal com hidrocolóides.

3.3.3 Avaliação descritiva quantitativa

A tabela 4 apresenta os resultados da avaliação sensorial com os idosos ADQ quanto aos atributos por eles indicados, nota-se que os idosos foram objetivos quanto à escolha de seus atributos, as características obtidas destacam-se como as mais intensas na mortadela. A distribuição de gordura e a intensidade de rosa da mortadela não apresentou diferença

significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos. O odor característico de mortadela e a consistência foram identificados como superior em CA, tratamento este que possui maior quantidade de gordura animal sendo igual ao produto tradicional encontrado no varejo. Quanto ao sabor os provadores treinados da terceira idade indicaram que CA e RGA possuem os sabores mais característicos de mortadela Bologna. Deste modo, a inclusão de gordura vegetal e hidrocolóides modificaram os produtos desenvolvidos e esta alteração foi percebida pelos provadores com mais de 74 anos de idade.

Tabela 3 - Valores médios das notas atribuídas pelos provadores idosos (74 a 83 anos) para os atributos definidos durante ADQ

		CA	CV	RGA	RGV	RGAH	RGVH
Aparência	Distribuição de gordura	7,8 ± 1,5 ^a	6,9 ± 2,3 ^a	7,4 ± 2,2 ^a	7,4 ± 1,8 ^a	6,9 ± 2,3 ^a	7,6 ± 1,5 ^a
	Rosa	3,7 ± 0,8 ^a	4,2 ± 1,5 ^a	4,0 ± 1,1 ^a	3,9 ± 0,7 ^a	4,2 ± 1,1 ^a	3,9 ± 0,9 ^a
Aroma	Característico	4,8 ± 3,0 ^a	3,3 ± 2,2 ^b	3,6 ± 2,7 ^{ab}	3,3 ± 1,5 ^b	2,7 ± 1,9 ^b	3,6 ± 1,5 ^{ab}
Textura	Consistência	6,6 ± 1,7 ^a	5,3 ± 2,1 ^{bc}	5,9 ± 1,9 ^{ab}	5,8 ± 1,7 ^{abc}	5,3 ± 2,2 ^{bc}	5,1 ± 2,1 ^c
Sabor	Característico	5,4 ± 1,9 ^a	4,6 ± 2,0 ^{ab}	5,5 ± 1,7 ^a	3,7 ± 1,9 ^b	4,3 ± 2,4 ^b	3,9 ± 2,1 ^b

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente ($p < 0,05$). CA - Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); CV – Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; RGA- Reduzido Teor de Gordura Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); RGV: Reduzido Teor de Gordura Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); RGAH- Reduzida Animal com hidrocolóides: adicionado Alginato e Goma Guar; RGVH- Reduzida Vegetal com hidrocolóides.

A avaliação dos dados obtidos durante a ADQ com oito provadores adultos de 47 a 59 anos (Tabela 4) destacaram que a quantidade de gordura e os furinhos na massa são atributos importantes para a aparência da mortadela. Contudo a utilização de diferentes fontes de gordura e de hidrocolóides não modificaram estes atributos. A intensidade de vermelho como característica de aparência apresentou notas menores para CV. A redução proteica, bem como a incorporação de hidrocolóides aumentou a intensidade de vermelho, provavelmente devido à maior umidade dos produtos como relatado no capítulo I do presente trabalho.

Os provadores treinados não detectaram diferença no aroma, maciez, sabor característico e aspecto gorduroso do produto. Embora os provadores idosos tenham salientado diferenças na consistência do produto, uma hipótese para explicar este fato pode estar relacionada com alguma dificuldade de mastigação dos idosos onde pequenas mudanças acarretam em maior dificuldade quando comparadas à mastigação do grupo adulto. É importante resaltar que existem outros trabalhos científicos como Feng et al. (2013), que apresentaram discrepâncias entre os valores objetivos obtidos através de texturômetro

(Capítulo I) e os resultados sensoriais, indicando que as metodologias não são passíveis de comparação.

Tabela 4 - Valores médios das notas atribuídas pelos oito provadores adultos (47 a 59 anos) para os atributos definidos durante ADQ

		CA	CV	RGA	RGV	RGAH	RGVH
Aparência	Quantidade de gordura	0,3 ± 0,46 ^a	0,3 ± 0,43 ^a	0,3 ± 0,42 ^a	0,3 ± 0,47 ^a	0,4 ± 0,58 ^a	0,3 ± 0,41 ^a
	Furinho na massa	4,9 ± 3,33 ^a	4,2 ± 3,43 ^a	4,2 ± 3,29 ^a	4,3 ± 3,18 ^a	4,9 ± 3,39 ^a	4,7 ± 3,20 ^a
	Rosa	3,3 ± 1,26 ^a	2,5 ± 1,22 ^b	3,1 ± 1,31 ^{ab}	3,4 ± 0,99 ^a	3,6 ± 1,02 ^a	3,4 ± 0,92 ^a
Aroma	Característico	4,9 ± 2,99 ^a	4,1 ± 2,98 ^a	4,8 ± 2,79 ^a	4,4 ± 2,95 ^a	4,6 ± 3,10 ^a	4,7 ± 3,22 ^a
Textura	Maciez	5,5 ± 2,99 ^a	4,9 ± 2,76 ^a	5,2 ± 2,88 ^a	5,3 ± 2,79 ^a	5,2 ± 2,73 ^a	5,1 ± 3,01 ^a
Sabor	Característico	7,2 ± 1,24 ^a	7,1 ± 1,06 ^a	7,2 ± 0,76 ^a	7,0 ± 1,04 ^a	7,1 ± 1,31 ^a	7,3 ± 0,96 ^a
	Gorduroso	0,9 ± 0,82 ^a	1,2 ± 1,63 ^a	0,9 ± 1,69 ^a	1,5 ± 2,05 ^a	1,0 ± 1,13 ^a	0,8 ± 0,88 ^a

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente ($p < 0,05$). CA - Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); CV – Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; RGA- Reduzido Teor de Gordura Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); RGV: Reduzido Teor de Gordura Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); RGAH- Reduzida Animal com hidrocolóides: adicionado Alginato e Goma Guar; RGVH- Reduzida Vegetal com hidrocolóides.

Os treze provadores jovens, de idade entre 18 e 29 anos, listaram maior quantidade de características importantes que acreditam estar vinculada a percepção sensorial da mortadela, totalizando 12 atributos (Tabela 5). Quando avaliados os atributos de aparência não houve diferença significativa nas notas dos provadores para a distribuição de gordura e quantidade de furinhos na massa. Os provadores asseguraram a existência de maior quantidade de gordura na amostra CA, o que pode ser confirmado com base na composição deste tratamento. Contudo o tratamento CV possui a mesma quantidade de gordura de CA, entretanto se trata de gordura vegetal, deste modo estes provadores possuíram distintas percepções quando variou a fonte lipídica. Os tratamentos com hidrocolóides foram avaliados com brilho igual ao do tratamento controle com gordura animal, diferente dos dados objetivos de luminosidade (L^*) (Capítulo I), contudo o índice de correlação entre análise sensorial e objetiva é baixo (0,52). A intensidade de rosa também foi maior no tratamento controle e nos tratamentos com hidrocolóides, neste caso a correlação com dados de intensidade de vermelho (a^*) é maior (0,67).

Quanto ao aroma característico de mortadela as modificações no perfil lipídico não modificaram o aroma da mortadela, enquanto que a incorporação de hidrocolóides reduziu significativamente o aroma característico de mortadela (Tabela 5). Nas características de textura não houve diferença na maciez de nenhum dos produtos desenvolvidos, bem como em

todos os atributos de sabor, indicando que as diferenças foram mínimas e não interferiram nos aspectos sensoriais da mortadela.

Tabela 5 - Valores médios das notas atribuídas pelos 13 provadores jovens (18 a 29 anos) para os atributos definidos durante ADQ

		CA	CV	RGA	RGV	RGAH	RGVH
Aparência	Quantidade de gordura	0,5 ± 0,58 ^a	0,3 ± 0,43 ^{ab}	0,3 ± 0,36 ^{ab}	0,3 ± 0,25 ^{ab}	0,2 ± 0,23 ^b	0,3 ± 0,31 ^{ab}
	Distribuição de gordura	8,2 ± 0,84 ^a	8,1 ± 1,01 ^a	8,3 ± 0,67 ^a	8,2 ± 0,62 ^a	8,3 ± 0,51 ^a	8,3 ± 0,42 ^a
	Brilho	5,0 ± 2,03 ^a	3,4 ± 2,65 ^b	4,7 ± 2,31 ^{ab}	4,4 ± 2,54 ^{ab}	5,4 ± 1,88 ^a	5,2 ± 2,33 ^a
	Furinho na massa	6,1 ± 1,48 ^a	6,1 ± 1,46 ^a	5,7 ± 1,41 ^a	5,8 ± 1,45 ^a	6,0 ± 1,68 ^a	5,6 ± 1,80 ^a
	Rosa	4,0 ± 0,93 ^a	3,4 ± 0,82 ^b	3,8 ± 0,63 ^{ab}	4,0 ± 0,82 ^{ab}	4,3 ± 0,64 ^a	4,1 ± 0,91 ^a
Aroma	Aroma característico	7,2 ± 0,70 ^{ab}	7,3 ± 0,61 ^{ab}	7,5 ± 0,53 ^a	7,0 ± 1,03 ^{ab}	6,9 ± 0,98 ^b	6,9 ± 0,89 ^b
	Tempero	1,4 ± 0,73 ^a	1,3 ± 0,69 ^a	1,4 ± 0,78 ^a	1,3 ± 1,13 ^a	1,9 ± 1,24 ^a	1,8 ± 1,23 ^a
Textura	Maciez	5,4 ± 1,33 ^a	4,6 ± 1,79 ^a	4,8 ± 1,73 ^a	4,9 ± 1,75 ^a	5,1 ± 1,56 ^a	5,4 ± 1,63 ^a
Sabor	Sabor característico	6,1 ± 1,38 ^a	5,4 ± 2,22 ^a	5,6 ± 2,14 ^a	5,8 ± 1,81 ^a	5,6 ± 1,35 ^a	5,4 ± 1,94 ^a
	Salgado	3,0 ± 1,93 ^a	2,6 ± 1,77 ^a	2,9 ± 2,10 ^a	3,0 ± 2,03 ^a	2,6 ± 1,88 ^a	3,2 ± 2,28 ^a
	Amanteigado	1,7 ± 1,50 ^a	1,5 ± 1,97 ^a	1,9 ± 2,40 ^a	1,7 ± 2,02 ^a	1,8 ± 1,81 ^a	1,6 ± 1,60 ^a
	Tempero	3,1 ± 2,08 ^a	3,1 ± 2,83 ^a	3,0 ± 2,24 ^a	3,4 ± 2,66 ^a	2,8 ± 1,89 ^a	3,5 ± 2,32 ^a

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente ($p < 0,05$). CA - Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); CV – Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; RGA- Reduzido Teor de Gordura Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); RGV: Reduzido Teor de Gordura Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); RGAH- Reduzida Animal com hidrocolóides: adicionado Alginato e Goma Guar; RGVH- Reduzida Vegetal com hidrocolóides.

A figura 3 sintetiza as tendências dos resultados obtidos pelos idosos, adultos e jovens além das diferenças entre as médias. A quantidade de atributos destacados para aparência, aroma, textura e sabor foi inferior nos dois grupos de maior idade quando comparado aos painéis de jovens. Uma hipótese para este fato é que como o aumento da idade provoca redução na percepção sensorial das características sensoriais que compõem o produto, sendo relatadas somente as mais intensas e evidentes. Outra hipótese contempla aspectos psicológicos onde os adultos possuem opinião consolidada frente suas preferências alimentares e relatariam com maior objetividade os atributos fundamentais para a caracterização do produto, diferentemente dos jovens que são susceptíveis às mudanças e são árdus por novidades. Este fato foi similar ao encontrado por Kälviäinen, Schlich e Tuorila (2000) que concluiu que a meia idade definiu com mais clareza suas preferências que os jovens.

No entanto os provadores jovens demonstraram poucos aspectos diferentes entre as amostras, mesmo com maior número de atributos avaliados, assim uma provável explicação é que os jovens, que segundo a literatura (MONTEIRO, 2009; YASSUDA; ABREU, 2006;

RUSSELL, 1992) estariam mais aptos para descrever as propriedades sensoriais dos produtos, utilizaram a percepção aguçada na descrição do produto. Entretanto a avaliação entre as amostras não indicou diferenças. Deste modo, podemos afirmar que as amostras são semelhantes, sendo que a redução de gordura animal foi a opção mais compatível com o produto tradicional, uma vez que houve diferença entre o tratamento com maior incorporação de gordura vegetal (Figura 3).

Os provadores adultos não perceberam diferenças entre os tratamentos, sendo a cor o único atributo de característica diferenciada, afetado pela intensa substituição de gordura animal por vegetal. Vale salientar que os adultos definiram menos atributos que os jovens como características importantes na qualidade sensorial da mortadela, talvez por possuírem modificações mínimas na percepção quando comparados aos jovens, ou ainda por apresentarem opinião clara e definida quanto sua preferência alimentar diferente da dos jovens. Este resultado é similar ao obtido por Forde e Delahunty (2004), tendo como base provadores idosos treinados, demonstraram que provadores mais jovens basearam suas decisões em atributos predominantes, similares aos encontrados neste estudo, ou seja, mais intensos, enquanto os provadores mais velhos foram mais heterogêneos, com algumas influências da textura influenciando em sua decisão.

Nota-se que os provadores idosos distinguiram os atributos sabor e aroma das amostras, sendo prevalente a semelhança entre os tratamentos com gordura animal sem hidrocolóides. O aroma foi um atributo de difícil diferenciação, mesmo para os grupos mais jovens. Sabe-se que com o aumento da idade principalmente depois dos 70 anos o olfato é muito prejudicado, alguns estudos relatam o ligeiro aumento da percepção do sabor como modo de compensação. Dos cinco sentidos os mais prejudicados com o aumento da idade são a visão e a audição, acima de 60 anos o olfato já é reduzido (MONTEIRO, 2009).

ddg - distribuição de gordura; con – consistência; ros – intensidade de rosa; aro – aroma característico; sab- sabor característico; fnm- furinhos da massa; tex e mac – textura macia; gor – gorduroso; bri – brilho; tem – aroma de tempero pronto, sal – sabor salgado; ama-amanteigado; tes – sabor de tempero.

Figura 3 - Representação gráfica das medias obtidas para cada atributo nos seis tratamentos de mortadela Bologna nos três grupos de provadores

Quando analisado os resultados dos atributos comuns (intensidade de rosa; sabor e aroma característico) avaliados pelos três painéis sensoriais (Figura 4), nota-se que a cor (Figura 4A) foi avaliada com maior intensidade pelos jovens e adultos, uma hipótese é a perda das funções visuais que é o principal sentido afetado pelo aumento da idade.

O aroma característico de mortadela foi avaliado com maior intensidade pelos jovens (Figura 4B), seguido dos adultos e idosos. Este fato já era esperado uma vez que a literatura salienta (MONTEIRO, 2009) que com o aumento da idade, principalmente depois dos 70 anos, o olfato é muito prejudicado.

O sabor de mortadela foi avaliado com maior intensidade pelos adultos (Figura 4C), seguido pelos jovens e idosos. Uma provável explicação para este fato seria a maturidade sensorial dos provadores adultos, associada com a diminuição da percepção olfativa dos idosos que provavelmente potencializa o sentido do sabor em sua percepção primária, sem o retrogosto. Este resultado está de acordo com Forde e Delahunty (2004) que também concluíram que provadores com mais idade possuem maior diversidade de consumo e demonstraram possível aumento na sensação de textura para compensar a perda química-sensorial de outros sentidos. Assim a acuidade química-sensorial diminuiu com o aumento da idade, porém não na mesma intensidade para todos os sentidos.

Figura 4 - Gráfico de aranha comparando as notas dos atributos iguais avaliados por faixas etárias distintas

Quando avaliada da repetibilidade dos provadores frente às seis amostras distintas nota-se que a maior repetibilidade foi entre os idosos, esta afirmação pode ser verificada devido à maior proximidade dos vértices dos triângulos (Figura 5). Uma hipótese que explicaria este fato pode ser referentes aos poucos atributos avaliados pelos idosos e a dedicação dos mesmos durante a avaliação dos atributos. A restrição da percepção sensorial pode ser observada no levantamento de atributos, pois estes foram limitados a um ou dois atributos por característica (aparência, aroma, textura, sabor e impressão global). Este resultado corrobora com os obtidos por Irigaray (2012) e Yassuda e Abreu (2006) que apontam efeitos positivos do treinamento de idosos sob seu desempenho cognitivo, compensado declínios potenciais.

Figura 5 - Apresentação gráfica dos valores da repetibilidade nas três faixas etárias dos seis tratamentos desenvolvidos de mortadela Bologna. Cada vértice do triângulo representa a media da repetibilidade em cada sessão de avaliação

1-CA: Controle Animal: 100% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); 2-RGA: Reduzido Teor de Gordura Animal: 33% Gordura Animal (50% Toucinho e 50% Retalho Suíno); 3-CV Controle Vegetal: 100% Gordura Vegetal; 4- RGV: Reduzido Teor de Gordura Vegetal– 33% Gordura Animal e Vegetal (50% Retalho Suíno e 50% Gordura Vegetal); 5-RGAH: Reduzida Animal com hidrocolóides: adicionado Alginato e Goma Guar; 6-RGVH: Reduzida Vegetal com hidrocolóides.

O gráfico de Análise dos Componentes Principais (ACP) dos idosos foi obtido através de todos os atributos avaliados por esta faixa etária, diferentemente da representação gráfica dos adultos e dos jovens, pois a quantidade de atributos avaliados pelas equipes de menor idade foi superior ao número de amostras. Assim foram selecionados os atributos similares avaliados pelas três equipes, totalizando cinco atributos por painel.

Verifica-se que o ACP dos idosos (Figura 6) os fatores 1 e 2 explicaram 94% da variação entre as amostras. Nota-se que as amostras CA e RGA são as que possuíram maior quantidade de consistência, distribuição de gordura, sabor e aroma característico segundo os idosos. O que está de acordo com as formulações desenvolvidas, uma vez que CA possui formulação idêntica às mortadelas de varejo. Assim a redução de gordura é eficiente para a obtenção de produto com teor reduzido de gordura destinado a esta faixa etária.

Figura 6 - Representação gráfica da configuração de amostras obtidas pela técnica de Análise de Componentes Principais com provadores idosos

Verificou-se que o ACP dos adultos (Figura 7) os fatores 1 e 2 explicaram 78% da variação entre as amostras. Nota-se que as amostras CA se caracterizaram mais pelo aroma característico, furinhos na massa, maciez, rosa, aroma e sabor característico. As amostras RGA e RGVH se caracterizam mais pelo aroma e sabor característico.

Figura 7 - Representação gráfica da configuração de amostras obtidas pela técnica de Análise de Componentes Principais com provadores adultos

Verificou-se que o ACP dos jovens (Figura 8) os fatores 1 e 2 explicam 77% da variação entre as amostras. Nota-se que os jovens caracterizaram as amostras CA e RGAH como as amostras com maior maciez, cor rosa e sabor característico.

Figura 8 - Representação gráfica da configuração de amostras obtidas pela técnica de Análise de Componentes Principais com provadores jovens

Tendo como base os resultados obtidos nos gráficos de ACP dos três grupos de provadores, pode-se relatar que os tratamentos com gordura animal preservaram as características sensoriais do produto tradicional. Estes resultados são condizentes com os relatados por Herrero et al. (2012) que salienta mudanças expressivas em produto cárneo com fontes lipídicas diferenciadas (gordura vegetal e animal), salientando que mesmo assim estes produtos devem ser disponibilizados no mercado pois suas características se adaptam às necessidades atuais dos consumidores que buscam produtos com diferentes apelações.

3.4 Conclusões

Os tratamentos obtidos com teor de gordura reduzido foram aceitos e preferidos pelos consumidores, viabilizando sua produção e disponibilidade no mercado. Os consumidores com mais idade não conseguiram diferenciar as amostras. Entre os grupos treinados os perfis sensoriais obtidos foram diferentes, porém os grupos treinados destacaram que a redução da gordura animal promoveu produtos mais similares ao tradicional quando comparados aos substituídos por gordura vegetal.

3.5 Considerações finais

Vale salientar que o aumento da idade demonstrou que os provadores observaram menor quantidade de atributos, contudo existem aspectos que foram mais aguçados, reforçando a ideia da importância da seleção de grupos de provadores dependendo do público alvo do produto a ser desenvolvido.

Destaca-se ainda que a metodologia do ADQ deva ser aprimorada para que haja maior homogeneidade entre os provadores, talvez com uma maior atuação do líder do painel para conduzir a pesquisa mais focada nos principais aspectos a serem viabilizados nos produtos. E assim dinamizar os treinamentos e a aplicabilidade da metodologia frente à disponibilidade do provador. A ferramenta inédita, mapas de referências, utilizada neste trabalho auxilia na memorização do provador quanto às escalas evitando possíveis dúvidas durante as várias sessões de avaliação sensorial. Acredita-se que esta ferramenta simples possa auxiliar outros estudos de análise sensorial descritiva.

Referências

- AKOH, C.C. Fat replacers. **Food Technology**, Chicago, v. 52, n. 3, p. 47-53, 1998.
- BARRETTO, A.C.S.; POLLONIO, M.A.R. Aplicação de fibras como substituto de gordura em mortadela e influência sobre as propriedades sensoriais. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 23, p. 181, 2009.
- BORTOLUZZI, A.C.S. **Aplicação de fibra obtida da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango**. 2009. 83 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- BOYCE, J.M.; SHONE, G.R. Effects of ageing on smell and taste. **Postgraduate Medicine Journal**, London, v. 82, p. 239-241, 2006.
- CHOI, Y.G.; CHOI, J.H.; HAN, D.J.; KIM, H.Y.; LEE, M.A.; CHUNG, J.; KIM, C. Effects of replacing pork back fat with vegetable oils and rice bran fiber on the quality of reduced-fat frankfurters. **Meat Science**, Barking, v. 84, p. 557-563. 2010.
- CHOI, Y.S.; CHOI, J.H.; HAN, D.J.; KIM, HACK-YOUNG; LEE, MI-AI.; KIM, HYUN-WOOK; JEONG, JONG-YOUN; KIM, CHEON-JEI. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. **Meat Science**, Barking, v. 82, p. 266-271, 2009.
- ELLENDERSEN, L. S. N.; WOSIACKI, G. **Análise sensorial descritiva quantitativa**. Ponta Grossa: UEPG, 2010. 89p.

FENG, T.; HAINING ZHUANG, R.Y.; FANG, Z.R.; YIFEI, Z.; WANG, G.Z.; JIN, Z. Physicochemical properties and sensory evaluation of Mesona Blumes gum/rice starch mixed gels as fat-substitutes in Chinese Cantonese-style sausage. **Food Research International**, Barking, v. 50, p. 85-93, 2013.

FORDE, C.G.; DELAHUNTY, C.M. Understanding the role cross-modal sensory interactions play in food acceptability in younger and older consumers. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 15, p. 715–727, 2004.

GUERRA, I.C.D.; FELEX, S.S.S.; MEIRELES, B.R.L.M.; DALMAS, P.S.; MOREIRA, R.T.; HONORIO, V.G.; MORGANO, M.A.; MILANI, R.F.; BENEVIDES, S.D.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MADRUGA, M.S. Evaluation of goat mortadella prepared with different levels of fat and goat meat from discarded animals. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 98, p. 59-63, 2011.

GUNNAR, H.; WENDIN, K. Sensory design of foods for the Elderly. **Animal Nutrition and Metabolism**, Amsterdam, v. 52, suppl. 1, p. 25–28. 2008.

HERRERO, A.M.; CARMONA, P.; PINTADO, T.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; RUIZ-CAPILLAS, C. Lipid and protein structure analysis of frankfurters formulated with olive oil-in-water emulsion as animal fat replacer. **Food Chemistry**, London, v.135, p. 133–139, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_aquisicao/default.shtm>. Acesso em: 04 fev. 2013.

IRIGARAY, T.Q.; FILHO GOMES, I.; SCHNEIDER, R.H. Efeitos de um treino de atenção, memória e funções executivas na cognição de idosos saudáveis. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 25, n. 1, p. 188-202, 2012.

IZYDORCZYK, M.; CUI, S.W.; WANG, Q. Polysaccharide gums: structures, functional properties, and applications. In: CUI, S. W. **Food carbohydrates: chemistry, physical properties, and applications**. Boca Raton: CRC Press, 2005. chap. 1, p.72.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; HERRERO, A.; PINTADO, T.; SOLAS, M.T.; RUIZ-CAPILLAS, C. Influence of emulsified olive oil stabilizing system used for pork backfat replacement in frankfurters. **Food Research International**, Barking, v. 43, p. 2068–2076, 2010.

KÄLVIÄINEN, N.; SCHLICH, P.; TUORILA, H. Consumer texture preferences: effect of age, gender and previous experience. **Journal of Texture Studies**, Westport, v. 31, n. 6, p. 593–607, 2000.

LELAND, J.V. Flavor interactions: the greater whole. **Food Technological**, Chicago, v. 51, n. 1, p. 75-80, 1997.

MASSON, A. Les modifications des perceptions sensorielles chez les seniors. In: SYMPOSIUM NUTRITION ET ALIMENTATION DE LA PERSONNE AGE, 2000. Disponível em: <<http://www.danoneinstitute.be/files/pdf/symposium/persagee/masson.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2011.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: estudos com consumidores**. UFV: Viçosa, 2010. 308 p.

MOJET, J.; CHRIST-HAZELHOF, E.; HEIDEMA, J. Taste perception with age: generic or specific losses in threshold sensitivity to the five basic tastes? **Chemical Senses**, Oxford, v. 26, p. 845-860, 2001.

MOJET, J.; HEIDEMA, J.; CHRIST-HAZELHOF, E. Taste perception with age: generic or specific losses in supra-threshold intensities of five taste qualities? **Chemical Senses**, Oxford, v. 28, p. 397-413, 2003.

MONTEIRO, M.A.M. Percepção sensorial dos alimentos em idosos. **Revista Espaço para a Saúde**, Londrina, v. 10, n. 2, p. 34-42. 2009.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **World health statistics 2012**. Disponível em: <http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2012/en/index.html>. Acessado em: 10 mar. 2013.

ROESSLER, E.B.; PANGBORN, R.M.; SIDEL, J.L.; STONE, H. Expanded statistical tables for estimating significance in paired-preference, paired-difference, duo-trio and triangle tests. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 34, n. 3, p. 940-943, 1978.

RUSSEL, R.M. Changes in gastrointestinal function attributed to aging. **The American Journal Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 55, n. 6, p. 1203-1207, 1992.

SCHIFFMAN, S.S.; GRAHAM, B.G. Taste and smell perception affect appetite and immunity in the elderly. **European Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 54, n. 3, p. 54-63, 2000.

TOBIN, B.D.; O'SULLIVAN, M.G.; HAMILL, R.M.; KERRY, J.P. Effect of varying salt and fat levels on the sensory and physiochemical quality of frankfurters. **Meat Science**, Barking, v. 92, p. 659-666, 2012.

_____. The impact of salt and fat level variation on the physiochemical properties and sensory quality of pork breakfast sausages. **Meat Science**, Barking, v. 93, p. 145-152, 2013.

YASSUDA, M.S.; BATISTONI, S.S.T.; FORTES, A.G.; NERI, A.L. Treino de memória no idoso saudável: Benefícios e mecanismos. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 470-481, 2006.

4 CONCLUSÕES

A utilização de hidrocolóides modificou a qualidade do produto principalmente quanto à textura (elasticidade e mastigabilidade). A redução de gordura diminuiu o potencial oxidativo, o teor de ácidos graxos saturados, minimizou a perda de peso no processo produtivo e obteve-se a maior aceitação sensorial viabilizando o processamento deste tipo de produto. Deste modo sugere-se que o novo produto possua apelo de consumo ressaltando seu reduzido teor de gordura e suas características diferenciadas quanto à maciez e mastigação. Os tratamentos obtidos com teor de gordura reduzido foram aceitos e preferidos pelos consumidores, viabilizando sua produção e disponibilidade no mercado. Os consumidores com mais idade não conseguiram diferenciar as amostras. Entre os grupos treinados os perfis sensoriais obtidos foram diferentes, porém os grupos treinados destacaram que a redução da gordura animal promoveu produtos mais similares ao tradicional quando comparados aos substituídos por gordura vegetal. Este resultado aponta caminho promissor para pesquisas futuras quanto à utilização de alginatos e gomas em produtos cárneos associados a outras fontes lipídicas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vale salientar que o aumento da idade demonstrou que os provadores observaram menor quantidade de atributos, contudo existem aspectos que foram mais aguçados, reforçando a ideia da importância da seleção de grupos de provadores dependendo do público alvo do produto a ser desenvolvido.

Destaca-se ainda que a metodologia do ADQ deva ser aprimorada para que haja maior homogeneidade entre os provadores, talvez com uma maior atuação do líder do painel para conduzir a pesquisa mais focada nos principais aspectos a serem viabilizados nos produtos. E assim dinamizar os treinamentos e a aplicabilidade da metodologia frente à disponibilidade do provador. A ferramenta inédita, mapas de referências, utilizada neste trabalho auxilia na memorização do provador quanto às escalas evitando possíveis dúvidas durante as várias sessões de avaliação sensorial. Acredita-se que esta ferramenta simples possa auxiliar outros estudos de análise sensorial descritiva.

ANEXOS

ANEXO A – Modelo de ficha utilizada no teste de aceitação

Nome: _____

Data: __/__/__

Idade: ____

Fumante: _____

Sexo: M (☐) F (☐)

Por favor, avalie a amostra servida e indique o quanto você gostou ou desgostou do produto quanto à aparência, aroma, sabor e textura. Marque a resposta seguindo a seguinte escala que melhor reflita seu julgamento.

- 1-Desgostei extremamente
- 2-Desgostei muito
- 3-Desgostei moderadamente
- 4- Desgostei ligeiramente
- 5-Indiferente
- 6- Gostei ligeiramente
- 7-Gostei moderadamente
- 8-Gostei muito
- 9-Gostei extremamente

Amostra	Aparência	Aroma	Textura	Sabor	Impressão Global

Qual das amostras você mais gostou? _____

ANEXO B- Modelo de ficha utilizada no teste de reconhecimento de odores para pré-seleção de provadores

Nome: _____	
Idade: _____	
Sexo: F( ) M( )	
Você está recebendo sete amostras com diferentes aromas, identifique e atribua cada aroma a um alimento de acordo com sua percepção. Entre uma amostra e outra você deve sentir o aroma do frasco com café.	
Amostras:	Aroma:
1	_____
2	_____
3	_____
4	_____
5	_____
6	_____
7	_____

ANEXO C - Modelo de ficha utilizada no teste de reconhecimento de gostos básicos para pré-seleção de provadores

RECONHECIMENTO DE GOSTOS BÁSICOS	
NOME: _____	
DATA: __/__/__	
Prove da esquerda para direita, cada uma das soluções. As soluções podem ter gosto doce, ácido, salgado ou amargo. Entre as soluções com gostos básicos podem haver uma ou mais amostras apenas com água e ainda ter repetições dos gostos básicos. Identifique o gosto da solução de cada um dos copinhos codificados. Enxaguar a boca com água antes de degustar e também entre uma amostra e outra.	
CÓDIGO	GOSTO
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

ANEXO D – Modelo de Ficha para levantamento de terminologia descritiva

Nome: _____ Idade: _____ Data: __/__/__

Prove as duas amostras e indique em que são similares e em que são diferentes quanto:

	Similaridades	Diferenças
Aparência		
Aroma		
Textura		
Sabor		

ANEXO E - Modelo de ficha utilizada no teste de ADQ - JOVENS

Nome _____ Data __/__/__

Aparência**Quantidade de Gordura****Ausente****Muito** **Distribuição de Gordura****Pouco****Muito** **Brilho****Ausente****Muito** **Furinhos na Massa****Ausente****Muito**

Aroma

Característico de Mortadela

Pouco

Muito

Tempero Pronto

Ausente

Muito

Textura

Macia

Pouco

Muito

Sabor

Característico de Mortadela

Pouco

Muito

Salgado

Ausente

Muito

Amanteigado

Ausente

Muito

Tempero

Pouco

Muito

ANEXO F -Modelo de ficha utilizada no teste de ADQ - ADULTOS

Aparência**Furinhos na Massa**

Ausente

Muito

Quantidade de Gordura

Ausente

Muito

Aroma**Característico de Mortadela**

Pouco

Muito

Textura**Macia**

Pouco

Muito

Sabor**Característico de Mortadela**

Pouco

Muito

Gorduroso

Pouco

Muito

ANEXO G - Modelo de ficha utilizada no teste de ADQ - IDOSOS

Aparência

Distribuição de Gordura

Pouco

Muito

Aroma

Característico de Mortadela

Pouco

Muito

Textura

Consistente

Pouco

Muito

Sabor

Característico de Mortadela

Pouco

Muito

ANEXO H – Mapa de referências para os Jovens

Aparência

Ausente

Quantidade de Gordura

Muito

Pouco

Distribuição de Gordura

Muito

Ausente

Brilho

Muito

Ausente

Furinhos na Massa

Muito

Aroma

Pouco

Característico de Mortadela

Muito

Ausente

Tempero Pronto

Muito

Textura

Macia

Pouco

Muito

Sabor

Característico de Mortadela

Pouco

Muito

Ausente

Salgado

SALMORA

Muito

Amanteigado

Ausente

Muito

Tempero

Ausente

Muito

ANEXO I – Mapa de referências para os Adultos

Aparência

Ausente

Furinhos na Massa

Muito

Ausente

Quantidade de Gordura

Muito

Aroma

Pouco

Característico de Mortadela

Muito

Textura

Pouco

Macia

Muito

Sabor

Característico de Mortadela

Pouco

Muito

Gorduroso

Pouco

Muito

ANEXO J – Mapa de referências para os Idosos

Aparência

Pouco

Distribuição de Gordura

Muito

Aroma

Pouco

Característico de Mortadela

Muito

Textura

Pouco

Consistente

Muito

Sabor

Pouco

Característico de Mortadela

Muito