

WANESSA OLIVEIRA RIBEIRO

**QUALIDADE SENSORIAL DE MORTADELAS FORMULADAS PELA
SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA POR FIBRAS SOLÚVEIS E INSOLÚVEIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

R484q
2016
Ribeiro, Wanessa Oliveira, 1992-
Qualidade sensorial de mortadelas formuladas pela
substituição de gordura por fibras solúveis e insolúveis /
Wanessa Oliveira Ribeiro. – Viçosa, MG, 2016.
vii, 99f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexos.

Inclui apêndices.

Orientador: José Benício Paes Chaves.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.69-78.

1. Embutidos (Alimentos) - Análise. 2. Embutidos
(Alimentos) - Composição. 3. Embutidos (Alimentos)
- Avaliação sensorial. 4. Fibras. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Programa de
Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. II. Título.

CDD 22. ed. 664.907

WANESSA OLIVEIRA RIBEIRO

**QUALIDADE SENSORIAL DE MORTADELAS FORMULADAS PELA
SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA POR FIBRAS SOLÚVEIS E INSOLÚVEIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 27 de janeiro de 2016.

Paulo Rogério Fontes
(Coorientador)

Lúcio Alberto de Miranda Gomide
(Coorientador)

Christiane Mileib Vasconcelos

José Benício Paes Chaves
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, o centro e o fundamento de tudo em minha vida, por renovar a cada momento a minha força e disposição e pelo discernimento concedido ao longo dessa jornada.

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de aprendizado, podendo absorver o melhor que é oferecido pela instituição.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pela concessão da bolsa de estudo.

Às empresas Clariant do Brasil e NEWMAX pela concessão dos insumos para confecção das mortadelas.

Aos meus pais Ronaldo e Márcia, pelo apoio, esforços e amor incondicional que sempre me ofereceram; A vocês toda minha admiração e respeito, pois iluminaram de maneira especial os meus pensamentos me levando a buscar mais conhecimentos.

À minha irmã que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades.

À minha família que sempre esteve comigo pelo carinho durante toda essa caminhada iluminando de maneira especial os meus pensamentos.

Ao professor José Benício, que sempre acreditou em mim, ouvindo pacientemente, respeitando minhas opiniões e partilhando comigo seus conhecimentos e experiências profissionais.

Aos professores Rita, Lúcio e Paulo Rogério por todo apoio, confiança e disponibilidade para que este trabalho fosse um sucesso.

Aos funcionários da Universidade Federal de Viçosa por todo auxílio, amizade e incentivo na realização deste trabalho. Ao Vandick, pela amizade e ajuda constante na fabricação das mortadelas.

Aos colegas que participaram como julgadores na análise de mortadelas seria impossível sem ajuda e compreensão de todos vocês.

Aos meus amigos Elder, Thais, Jéssica, Nayara, Ana Carolina, Eduardo, Wellington e Paula jamais esquecerei e guardo comigo muita admiração e carinho por cada um, pois foi por meio da força de cada um que pude chegar até aqui.

Aos amigos de Muriaé que sempre torceram muito por mim, me deram todo apoio quando precisei e mesmo com a distância se fizeram presentes em minha vida.

Obrigada a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente pela minha vitória.

Wanessa Oliveira Ribeiro

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Produtos cárneos emulsionados: Mortadela.....	3
2.2. Emulsões cárneas.....	4
2.3. Gordura em produtos cárneos emulsionados	6
2.4. Substituição da gordura em emulsionados cárneos	7
2.5. Fibras alimentares	9
2.5.1. Celulose.....	12
2.5.2. Hemicelulose	12
2.5.3. Lignina.....	13
2.5.4. Inulina.....	13
2.6. Análise Sensorial.....	14
2.6.1. Perfil Descritivo Otimizado	15
2.6.2. Teste de aceitação sensorial	16
2.6.3. <i>Check-all-that-apply</i> (CATA)	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
3.1. Delineamento experimental.....	19
3.2. Formulações e processamento de mortadelas com e sem substituição de gordura por fibras solúveis e insolúveis	21
3.3. Análise sensorial descritiva das mortadelas formuladas com diferentes percentuais de fibras: Perfil Descritivo Otimizado (PDO).....	25
3.3.1. Recrutamento dos avaliadores	25
3.3.2. Seleção dos avaliadores	25
3.3.3. Levantamento dos termos descritivos e definição do material de referência.....	26
3.3.4. Familiarização dos julgadores com o material de referência.....	29
3.3.5. Avaliação das mortadelas formuladas com fibras solúveis e insolúveis.....	29
3.4. Teste de aceitação sensorial das mortadelas formuladas com fibras solúveis e insolúveis	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36

4.2.	Perfil sensorial de mortadelas formuladas com diferentes níveis de substituição de gordura por fibras	36
4.2.1.	Caracterização sensorial de mortadelas - Perfil Descritivo Otimizado	36
4.2.1.1.	Recrutamento e seleção dos julgadores	36
4.2.1.2.	Análise sensorial de mortadelas controle (FC1) e formulada pela substituição de 25% de gordura por carne magra (FC2)	36
4.2.1.3.	Análise sensorial de mortadelas controle (FC1) e formuladas pela substituição de 25% de gordura por carne magra (FC2) e por diferentes percentuais de fibras.....	39
4.2.1.4.	Análise dos Componentes Principais (ACP) das formulações de mortadela.....	57
4.2.2.	Aceitação sensorial das mortadelas formuladas com fibras solúveis e insolúveis.....	59
4.2.3.	Check All That Apply	64
5.	CONCLUSÃO	68
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
	APÊNDICE.....	79
	Apêndice A – Análise sensorial Descritiva.....	80
	Apêndice B – Teste de aceitação	88
	ANEXOS	89
	ANEXO A	90
	ANEXO B.....	92
	ANEXO C	96
	PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....	96

RESUMO

RIBEIRO, Wanessa Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2016. **Qualidade sensorial de mortadelas formuladas pela substituição de gordura por fibras solúveis e insolúveis.** Orientador: José Benício Paes Chaves. Coorientadores: Lúcio Alberto de Miranda Gomide e Paulo Rogério Fontes.

A mortadela é um produto cárneo emulsionado e se destaca por ser de fácil acesso, preço baixo e com características sensoriais largamente apreciadas pelos consumidores. A gordura apresenta características que contribuem para a melhoria da qualidade sensorial dos produtos cárneos emulsionados. Alguns miméticos de gordura, como as fibras alimentares têm sido pesquisados na busca por ingredientes que possuam características funcionais análogas às das gorduras e apresentem qualidade nutricional para a população. O trabalho teve como objetivo analisar as alterações sensoriais provocadas quando há substituição de gordura por água e por fibras alimentares no produto cárneo Mortadela. No experimento foram elaboradas sete formulações de Mortadela, sendo 2 formulações controle (FC1: formulação sem redução de gordura; FC2: formulação com 25% de redução do conteúdo total de gordura e sua substituição por carne magra) e 5 formulações com a redução de 25% do conteúdo total de gordura e com adição de 4% de misturas de fibras (solúveis e insolúveis) e água. Foi utilizada a metodologia Perfil Descritivo Otimizado, teste de aceitação sensorial e o teste CATA para relacionar aceitação com alguns termos descritivos. Comparada com a formulação FC1, a redução de 25% de gordura, sem adição de fibras (FC2), produziu diferenças ($P \leq 0,05$) nos atributos intensidade da cor vermelha, gosto salgado, dureza, gomosidade e mastigabilidade. Os atributos dureza, coesividade, gomosidade e mastigabilidade foram característicos de algumas formulações, principalmente em relação à FC2. As formulações de mortadelas elaboradas com a substituição de gordura por fibras alimentares e água apresentaram boa aceitação. As formulações F4 e F5 (3,0% e 4,0% de fibras insolúveis, respectivamente) foram as únicas que não diferiram ($P > 0,05$) da mortadela controle (FC1) quanto aos 10 atributos analisados, permitindo a elaboração de mortadelas com características sensoriais bem similares àquelas de uma mortadela tradicional.

ABSTRACT

RIBEIRO, Wanessa Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, January, 2016. **Sensory Quality bologna formulated by replacing fat with soluble and insoluble fiber.** Adviser: José Benício Paes Chaves. Co-advisers: Lucio Alberto de Miranda Gomide and Paulo Rogério Fontes.

The mortadella is an emulsified meat product and stands out because of its easy access, low price and sensory features greatly appreciated by consumers. The fat has characteristics that contribute to improve the sensory quality of emulsified meat products. Some fat mimetics, such as dietary fibers have been studied in the search for ingredients that have functional characteristics similar to those of fats and present nutritional quality for people. The study aimed to analyze the sensory changes caused when there is replacement of fat by water and dietary fiber in meat product Mortadella. In experiment were prepared seven Mortadella formulations, with two control formulations (FC1: formulation without reducing fat; FC2 formulation with 25% reduction in total fat content and replacing it with lean meat) and 5 formulations with reduced 25 % of the total fat content and the addition of 4% fiber mixtures (soluble and insoluble) and water. Optimized profile Description methodology, sensory acceptance test and the test for CATA acceptance relate to some descriptive terms was used. Compared to the FC1 formulation, a reduction of 25% fat, without added fiber (FC2), produced differences ($P \leq 0.05$) in the attributes intensity of red, salty taste, hardness, gumminess and chewiness. The attributes hardness, cohesiveness, gumminess and chewiness were characteristic of some formulations, especially in relation to FC2. The mortadella formulations prepared with the replacement fat for dietary fiber and water showed good acceptance. F4 and F5 formulations (3,0% and 4,0% of insoluble fiber, respectively) were the ones that did not differ ($P > 0.05$) control mortadella (FC1) for the 10 attributes analyzed, allowing the development of mortadella with sensory characteristics very similar to those of a traditional mortadella.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, há uma demanda crescente por alimentos que contenham quantidades limitadas de gordura. Com isso, os centros de pesquisa e as indústrias buscam desenvolver novas formulações ou realizar alterações de produtos alimentícios já existentes no mercado. Alimentos adicionados de fibras e com teores reduzidos de gordura são vistos como uma forma de redução do risco de obesidade, diabetes e de doenças cardiovasculares.

A gordura contribui para a melhoria do sabor, aroma, aparência e textura dos alimentos. Para apresentarem as características sensoriais adequadas, os produtos cárneos emulsionados devem possuir grandes concentrações de gordura em sua composição. A mortadela é um destes produtos cárneos emulsionados e apresenta-se no mercado brasileiro com alto teor de gordura, podendo chegar até 30%.

A redução do conteúdo de gordura pode influenciar as características sensoriais por diversos mecanismos, podendo levar a uma redução no grau de aceitabilidade dos consumidores.

Vários substitutos de gordura têm sido pesquisados na busca por ingredientes que possuam características funcionais análogas às das gorduras. Para sua substituição em produtos cárneos, as fibras alimentares vêm se destacando, podendo ser utilizadas como substitutos parciais de gorduras por apresentarem odor neutro, excelente capacidade de retenção de água e grande benefício à saúde.

A produção de mortadelas com substituição de gordura por fibras alimentares gera produtos com melhores características nutricionais, uma vez que as fibras são um dos nutrientes mais deficientes na alimentação atual.

De acordo com alguns trabalhos, torna-se possível a verificação da capacidade das fibras em substituir a gordura em mortadelas. Betancourt (2014) avaliou as dimensões de textura instrumental em mortadelas controles (sem redução do teor de gordura e sem adição de fibras) e mortadelas com substituição de gordura por carne, por água e por misturas de fibras. Como resultado, as análises reológicas mostraram que, em todas as formulações, a redução de toucinho e a adição de fibras não alteraram as características reológicas das formulações de mortadela.

A análise sensorial é utilizada para a avaliação das alterações ocorridas no produto quando a gordura é reduzida e/ou substituída. Testes específicos possibilitam o levantamento do perfil sensorial dos produtos e das alterações ocorridas em razão da mudança da formulação.

O Perfil Descritivo Otimizado (PDO) é uma metodologia sensorial que tem como objetivo fornecer informações quantitativas sobre os atributos sensoriais em um curto prazo de tempo (SILVA et al., 2012b). A técnica possibilita traçar o perfil sensorial dos produtos alimentícios, além de identificar a intensidade dos estímulos, sendo uma ferramenta interessante na avaliação das possíveis alterações ocorridas por meio da substituição da gordura na mortadela por fibras.

O teste de aceitação é interessante quando se deseja avaliar o produto como um todo, normalmente precede testes em maior escala, como pesquisa de marketing. Juntamente com a avaliação hedônica de amostras, para torna-la mais completa, pode-se utilizar a metodologia Check-all-that-apply (CATA), de forma a analisar a aceitação dos consumidores e identificar os atributos sensoriais que podem estar atuando positivamente ou negativamente, fazendo com que o consumidor goste ou não do produto e também otimizar a formulação.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo analisar sensorialmente mortadelas formuladas pela substituição de gordura por fibras alimentares e água em mortadela e, assim, estabelecer uma formulação que pudesse substituir a mortadela comercial. Além disso, esta pesquisa visou avaliar a aceitabilidade sensorial das mortadelas-controle e das formuladas pela substituição de gorduras por diversas misturas de fibras solúveis e insolúveis.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produtos cárneos emulsionados: Mortadela

Os produtos cárneos são obtidos a partir de carne fresca, submetida a um ou mais tipos de operações, entre eles, moagem, salga, cozimento, cura, defumação, fermentação, ou mesmo, somente adição de ingredientes. O processamento da carne fresca visa, além da elaboração de produtos, o aumento da vida útil e agregação de valores ao produto, pois podem ser utilizados cortes menos nobres de carnes e que não são aproveitados para o consumo ou possuem baixo valor comercial (BENEVIDES & NASSU, 2010).

Dentre os produtos cárneos, a mortadela é emulsionada e se destaca por ser um produto de fácil acesso, preço baixo e com características sensoriais largamente apreciadas pelos consumidores. Segundo o IBGE, em 2009 o consumo médio per capita de mortadela no Brasil foi de 550 g/ano.

A mortadela é considerada um produto cárneo emulsionado bastante popular, sendo consumida tanto em casa como no mercado de lanches fora de casa. Em produtos emulsionados, a gordura adicionada pode chegar a até 30% e tem a função de constituinte da emulsão cárnea, pois contribui para o sabor, textura, aparência e aroma dos produtos (ALLAIS, 2010).

De acordo com a Instrução Normativa nº 04, de 05/04/2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2000), mortadela é definida como um produto industrializado, obtido da emulsão de carnes de animais de açougue, acrescido ou não de toucinho, adicionado de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, em diferentes formas, e submetido ao tratamento térmico adequado. A classificação das mortadelas varia de acordo com as matérias-primas e o método de fabricação.

De acordo com o regulamento técnico de identidade e qualidade, a mortadela pode ser adicionada de carne mecanicamente separada, até o limite máximo de 60% do total das carnes utilizadas, de miúdos comestíveis de diferentes espécies de animais de açougue (estômago, coração, língua, fígado, rins e miolos), de pele e de tendões no limite máximo de 10% e gorduras. Como características físico-químicas, deve

apresentar teores máximos de carboidratos totais de 10%, de amido de 5%, de umidade de 65%, de gordura de 30% e um mínimo de proteína de 12% (BRASIL, 2000).

2.2. Emulsões cárneas

Emulsão é a mistura de dois líquidos imiscíveis com estabilidade cinética, sendo definida como um sistema heterogêneo onde um líquido está completamente disperso, na forma de gotículas com diâmetro entre 0,1 e 100 μm ., em outro de polaridade oposta (McCLEMENTS, 1999; ARAÚJO, 2011). Estas emulsões podem ser classificadas como “óleo em água” ou “água em óleo”, segundo a natureza da fase contínua. Portanto, se gotículas de óleo estão dispersas na fase aquosa, a emulsão é do tipo óleo/água (O/A); quando ocorre o contrário, água/óleo (A/O) (ARAÚJO, 2011).

Nas emulsões cárneas, as gotículas de óleo que estão dispersas na fase contínua são estabilizadas por um agente emulsionante, a proteína, que é a responsável por reduzir a tensão interfacial entre as duas fases. A fase contínua é composta pela água da carne, e por aquela adicionada no processo de fabricação, e pelas fibras e proteínas musculares. Desta forma, uma rede proteica é formada para evitar a movimentação dos glóbulos de gordura emulsionados e não emulsionados, evitando a coalescência (WESTPHALEN, BRIGGS & LONERGAN, 2005).

A emulsão cárnea constitui um sistema de duas fases e, principalmente, as proteínas miofibrilares (actina e miosina), em virtude de sua natureza anfotérica, agem como emulsificante em razão de sua porção hidrofílica (polar) e de sua porção hidrofóbica (apolar), conferindo estabilidade ao sistema. As proteínas miofibrilares são insolúveis em água e solúveis em soluções salinas (2 a 4 % de NaCl) e atuam na interface entre a gordura e a água, permitindo a formação da emulsão (ALLAIS, 2010).

Três grandes grupos de proteínas estão presentes na carne: as proteínas do estroma, as sarcoplasmáticas e as miofibrilares. Entretanto, as miofibrilares, principalmente a miosina, são as proteínas mais importantes para emulsificação da gordura, capacidade de retenção de água do produto e formação da matriz gélica tridimensional. Devido à natureza anfotérica, estas proteínas são capazes de se orientar de acordo com a interface polar-apolar, sendo consideradas ótimos emulsificantes, conferindo estabilidade às emulsões cárneas (ARAÚJO, 2011).

As proteínas miofibrilares, em especial a miosina, são as principais proteínas envolvidas na formação do gel protéico e correspondem a 60 % do total de proteína muscular, e são solúveis em soluções salinas. A adição de sal na mortadela faz com que as proteínas miofibrilares sejam extraídas e formem um gel devido à desnaturação térmica. A formação de uma rede de gel estável depende das concentrações de água, sal, e de proteína, bem como o pH, a solubilidade da actomiosina, e o método de cozimento (CHOI et al., 2009).

Em produtos cárneos emulsionados, grandes quantidades de proteínas miofibrilares são extraídas e, sob aquecimento, criam uma densa rede protéica. A desnaturação destas proteínas geralmente resulta na formação de gel que retém a água de maneira eficiente por meio de forças capilares, conferindo ao produto textura característica e evitando a coalescência dos glóbulos de gordura. Além disso, no sistema há também componentes insolúveis como fibras da carne, o tecido conjuntivo e gordura. A quantidade e como estes componentes estão no sistema possui impacto nas propriedades de geleificação (TORNERG, 2005).

O gel proteico é formado a partir da extração/solubilização das proteínas miofibrilares, desnaturação parcial e agregação, através de ligações dissulfeto, das cabeças de miosina. Em seguida, ocorre a alteração da estrutura em hélice da porção caudal da miosina; esta perda da estrutura produz cadeias protéicas lineares e mais alongadas, permitindo a formação de ligações cruzadas (ligações de hidrogênio, interações iônicas e hidrofóbicas, e forças de Van der Waals). Como resultado, é gerada uma estrutura em rede tridimensional que evita a exsudação deste líquido (TORNERG, 2005).

Durante o cozimento do produto, os glóbulos de gordura são envolvidos por proteínas miofibrilares e, assim, estabilizados por uma rede proteica dando origem a estrutura de gel. Fatores como temperatura e tempo de cocção, qualidade da carne, pH, concentração de NaCl e de fosfato, e adição ou não de proteínas não cárneas podem afetar diretamente as emulsões (CHEN, XU & WANG, 2007).

Em razão disto, o tipo de gordura a ser utilizada no produto e a disponibilidade de proteínas miofibrilares são fatores considerados de extrema importância, pois irão conferir estabilidade à emulsão cárnea, ou seja, quanto maior o teor de proteína, maior

será a estabilidade do sistema, uma vez que há proteínas em quantidade suficiente para envolver os glóbulos de gordura. Outro fator importante na estabilidade da emulsão é a temperatura de coterização, levando à desnaturação proteica e, conseqüentemente, à perda de sua funcionalidade (YOUSSEF & BARBUT, 2009).

2.3. Gordura em produtos cárneos emulsionados

A gordura possui grande importância nos alimentos, atuando como fonte de ácidos graxos essenciais (ácidos linolênico e linoleico), agindo como fonte de energia e auxiliando no transporte de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K). Devido a estas funções e outras, a gordura é considerada vital para o bom funcionamento do organismo humano (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2008). Em produtos cárneos, a gordura também desempenha um papel importante na estabilização de emulsões, reduzindo a perda durante o cozimento, aumentando a capacidade de retenção de água e fornecendo textura agradável (YOUSSEF & BARBUT, 2009).

Além disso, a gordura está relacionada diretamente ao apelo sensorial por apresentar características responsáveis pelo sabor, aparência e textura dos produtos. Embora a adição de gorduras proporcione ao produto uma qualidade agradável, deve ser consumida com moderação por razões de saúde como doenças cardiovasculares, obesidade, aterosclerose, dentre outros (KAHKONEN & TUORILA, 1998).

A textura dos produtos cárneos é influenciada pela gordura, aumentando a cremosidade e facilitando a mastigação. Fatores como quantidade e tipo de gordura e as proteínas presentes no sistema são associados à qualidade da matriz gélida formada durante o processamento do produto (JIMENEZ-COLMENERO, 1996).

A gordura influencia positivamente as características de rendimento (reduz custos de formulação e evita perda de água na cocção), cor, sabor, maciez, suculência, aceitabilidade e textura, por isto é largamente utilizada em produtos cárneos (JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 1996; COFRADES et al., 2000; JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000; VENTANAS, PUOLANNE & TUORILA, 2010).

A remoção de gordura pode trazer modificações indesejáveis nas características sensoriais e tecnológicas em produtos cárneos emulsionados. A redução de gordura pode levar ao aumento no teor de proteínas da massa, afetando assim, o perfil de textura

dos produtos emulsionados por promover uma maior geleificação da massa devido ao aumento nas interações proteicas durante o processo de cozimento, gerando emulsões mais firmes, com maiores valores de dureza, gomosidade, coesividade e mastigabilidade (KEETON, 1994; JIMÉNEZ-COLMENERO, 1996; YOUSSEF & BARBUT, 2009).

Além disso, a gordura também é precursora de compostos que podem contribuir para a formação de aromas e sabores, sejam eles desejáveis ou indesejáveis. Os compostos responsáveis por estas características são, em sua maioria, aldeídos e cetonas. Com o aumento de ácidos graxos insaturados há maior formação de sabores e aromas indesejáveis (YOUSSEF & BARBUT, 2009).

A redução no teor de gordura leva à concentração de pigmentos de mioglobina, proteína responsável pela pigmentação da carne, na massa cárnea, gerando produtos de coloração mais escura (ANDRÈS, ZARITZKY & CALIFANO, 2006; GUIMARÃES, 2011). Ao se elaborar a massa de mortadela se percebe claramente uma amenização da cor vermelha quando da adição de gordura à massa. Isto acontece pelo fato do toucinho ser essencialmente claro (esbranquiçado) e se observa facilmente uma atenuação da cor vermelha ao se adicionar o toucinho durante a elaboração da massa de mortadela (GUIMARÃES, 2011).

2.4. Substituição da gordura em emulsionados cárneos

A redução de gordura em produtos cárneos pode acarretar modificações no teor de ácidos graxos. As vantagens consideradas nesta redução são apenas nutricionais como, por exemplo, menor quantidade de gorduras saturadas. Em relação às desvantagens, a redução de gordura está associada a alterações nas propriedades físico-químicas e sensoriais conferidas ao produto (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000).

Há várias alternativas para substituição da gordura em alimentos. Entretanto, existem dificuldades ao escolher o melhor substituto da gordura em produtos cárneos, pois os custos iniciais são elevados e devem atender algumas propriedades funcionais das gorduras, além de não apresentarem efeitos tóxicos. É fundamental para o sucesso dos produtos cárneos que possuem conteúdo de gordura reduzido conter características sensoriais (sabor, textura, aparência e aroma) similares às do produto que os consumidores já estão acostumados (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000).

A gordura pode ser substituída por ingredientes, como proteínas, fibras, gomas, amido, dextrinas, entre outros, dependendo de suas características como capacidade de retenção de água, capacidade de geleificação e solubilidade. Dentre os substitutos mais utilizados estão os agentes espessantes; entretanto, por serem considerados aditivos, a sua adição nos alimentos deve ser controlada (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2008).

Para a manutenção das características de textura dos produtos cárneos com redução de gordura, substitutos podem ser utilizados como ingredientes sem alterar, de forma significativa, a relação umidade/proteína, com pouca alteração na textura, suculência e sabor dos alimentos. As fibras podem ser facilmente empregadas como substitutas de gordura, pois possuem capacidade de reter água, inclusive durante o cozimento, proporcionando características sensoriais similares ao produto convencional e gerando produtos cárneos funcionais (BISWAS et al., 2011; VIUDA-MARTOS et al., 2010; GARCÍA, CARCERES & SELGAS, 2006).

Para uma produção de mortadelas como ‘Fonte de Fibras’, o limite mínimo estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é de 3g de fibras por 100 g ou 100 ml em pratos preparados conforme o caso, ou seja, 3% (BRASIL, 2012).

Betancourt (2014) avaliou o perfil de textura instrumental e a estabilidade da emulsão em mortadela controle e mortadelas com substituição de 25 e 50% de gordura por carne, por água e por 4% de misturas de fibras. Maior estabilidade de emulsão foi encontrada em mortadelas que foram elaboradas com substituição de toucinho por misturas de fibras alimentares e água. Além disso, não ocorreram alterações nas dimensões do perfil de textura instrumental como dureza, coesividade, flexibilidade, mastigabilidade e, uma vez que foram similares ($P > 0,05$) àqueles da formulação controle.

Guimarães (2011) trabalhou com mortadelas com redução de gordura e adicionadas de fibras alimentares. Em geral, as mortadelas adicionadas de fibras apresentaram ($P > 0,05$) a mesma composição, e as mesmas características químicas, de cor, de textura e de sabor.

Tobin et al. (2013) estudaram o impacto da redução de gordura e de sal em salsichas de porco. Foram avaliadas as propriedades físico-químicas (cor, umidade, gordura, perda por cozimento e análise do perfil de textura) e sensoriais (cor, textura, maciez, suculência, gosto salgado, sabor da carne, sabor estranho e impressão global por meio de uma escala hedônica). As salsichas de porco com teor reduzido de gordura apresentaram cor mais escura, textura mais firme, menor suculência e gosto salgado ($P \leq 0,05$).

Spada (2013) ao reduzir em 50 % os níveis de gordura em mortadela, não observou diferenças significativas ($P > 0,05$) quanto à aparência e impressão global em testes de aceitação com consumidores. Quanto ao sabor, observou-se que os produtos com gordura animal, mesmo com teor reduzido, receberam maiores escores no teste de aceitação. Além disso, a textura das mortadelas também foi julgada como semelhante, evidenciando que a proposta de redução de gordura em mortadelas pode ser uma alternativa em produtos cárneos.

Ktari et al. (2014) determinaram os efeitos de três fibras dietéticas (celulose em pó - LC200, beta-glucano de cevada de concentrado - BBC, e fibra de batata - KF500), sobre as propriedades técnico-funcionais, sensoriais e características de qualidade de salsichas. A aplicação do LC200 melhorou a mastigabilidade e a elasticidade de formulações e reduziu a dureza sem afetar negativamente suas propriedades sensoriais.

Viuda-Martos et al. (2010) estudaram o efeito da adição de fibras dietéticas (de laranja, óleo essencial de alecrim e óleo essencial de tomilho) nas condições de armazenamento e no prazo de validade de mortadela. A amostra mais apreciada pelos consumidores foi a mortadela armazenada à vácuo e continha na sua formulação fibra de laranja e óleo essencial de alecrim.

2.5. Fibras alimentares

De acordo com a Resolução RDC nº 40 de 21/03/2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2001), fibra alimentar pode ser definida como "qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo de humanos e determinado por métodos publicados pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) em sua edição mais atual".

Em 2000, foi elaborada por uma comissão permanente da *American Association of Cereal Chemists* (AACC) a seguinte definição: "A fibra da dieta é a parte comestível das plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e à absorção no intestino delgado de humanos, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. A fibra da dieta inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias associadas à planta. A fibra da dieta promove efeitos fisiológicos benéficos, incluindo laxação, e/ou atenuação do colesterol do sangue, e/ou atenuação da glicose no sangue".

De acordo com Álvarez e Sanchez (2006), as fibras alimentares são divididas nos seguintes grupos:

- polissacarídeos não amiláceos: celulose, β -glucanos, hemicelulose, pectinas, gomas e mucilagens;
- oligossacarídeos resistentes: fruto-oligossacarídeos (FOS), inulina e galacto-oligossacarídeos (GOS);
- ligninas: substâncias associadas aos polissacarídeos não amiláceos e aos amidos resistentes;
- hidrocarbonetos sintéticos: polidextrose, metilcelulose, carboximetilcelulose e outros derivados da celulose;
- fibras de origem animal: quitina e quitosana.

As fibras alimentares podem ser solúveis ou insolúveis, em que a fração solúvel é a que se solubiliza em água a 100 °C e pH entre 6 e 7. As frações solúveis e insolúveis estão fortemente ligadas ao retardo da absorção dos alimentos no intestino, aumentando assim a saciedade. As fibras solúveis possuem efeitos sobre o colesterol no sangue e podem retardar a absorção de micronutrientes (FERNÁNDEZ LÓPEZ et al., 2004).

A fibra insolúvel aumenta o bolo fecal no trato intestinal e ajuda na eliminação do mesmo. Já a fibra solúvel diminui a atividade de algumas enzimas que auxiliam na digestão levando ao aumento da viscosidade do conteúdo intestinal. Tal fato influencia diretamente na taxa de digestão e absorção de nutrientes, levando a redução do colesterol plasmático, a modulação da glicemia pós prandial (CORDEIRO, 2011).

As fibras solúveis são fermentadas rapidamente por bactérias e a extensão da fermentação depende de sua estrutura física e química para a produção de gases e ácidos graxos de cadeia curta importantes no metabolismo intestinal. Exemplos de fibras

solúveis são as inulinas, pectinas, mucilagens, gomas, frutooligossacarídeos, β -glicana e hemiceluloses tipo A. Sua função no trato gastrointestinal é retardar o esvaziamento gástrico, assim diminuindo o ritmo da absorção de nutrientes, dentre eles, da glicose e colesterol (CHAMP et al., 2003).

As fibras solúveis trazem benefícios ao organismo, a redução do tempo de contato da matéria fecal com a mucosa intestinal é considerada como um destes, fazendo com que a incidência do câncer de cólon seja reduzida. Além disso, são totalmente fermentáveis e possuem a capacidade de formar géis quando entram em contato com água, atuam também na redução das concentrações séricas do LDL (lipoproteína de baixa densidade) e na eliminação do colesterol, com benefícios quanto às doenças cardiovasculares (MEIER & GASSUL, 2004). Retardando o esvaziamento gástrico, as fibras solúveis tornam o trânsito intestinal lento, o que leva a redução no ritmo de absorção de glicose e colesterol (COPPINI et al., 2004; MATOS CHAMORRO & CHAMBILLA MAMANI, 2010).

As fibras insolúveis são caracterizadas pela sua baixa densidade e capacidade de reduzir o trânsito intestinal. São exemplos de fibras insolúveis as celuloses, algumas pectinas, grande parte das hemiceluloses e a lignina, Essas fibras permanecem intactas através de todo o trato gastrointestinal e são pouco fermentáveis. Devido ao efeito das bactérias presentes no cólon, a fração insolúvel das fibras é apenas parcialmente fermentada no intestino grosso, reduzindo assim, o tempo de trânsito no intestino grosso e tornando a eliminação fecal mais fácil e rápida. Com isso, as fibras insolúveis se tornam aliadas na prevenção da constipação intestinal, da flatulência e do desconforto associado. As fibras insolúveis auxiliam no controle da diabetes tipo II, tornando lenta a absorção de glicose (MATOS CHAMORRO & CHAMBILLA MAMANI, 2010).

As fibras alimentares podem ser utilizadas como substitutos parciais de gordura por apresentarem características relevantes na aplicação em produtos cárneos como, por exemplo, odor neutro, excelente capacidade de retenção de água, grande benefício à saúde e propriedades funcionais reconhecidas relacionadas à diminuição dos riscos de doenças e auxiliando no funcionamento do intestino (CHOI et al., 2009).

2.5.1. Celulose

A celulose é um polissacarídeo sendo cada molécula formada por 10.000 ou mais moléculas de D-glicose unidas em β (1 \rightarrow 4). Sua fórmula básica é $(C_6H_{10}O_5)_n$. As moléculas são lineares e originam fibras compactas que constituem a parede celular dos vegetais, formando uma estrutura insolúvel e resistente a ação de enzimas digestivas dos humanos. A celulose não é digerível no organismo humano, sendo praticamente toda ela eliminada nas fezes, visto que as enzimas digestivas encontradas no intestino só reconhecem as ligações de α -glicose. A celulose está presente nas frutas, vegetais e cereais (GRAY, 2006).

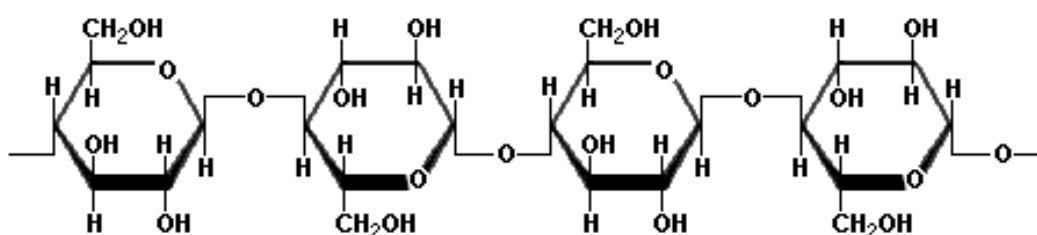


Figura 1. Estrutura química da celulose. Fonte: Santos et al. (2012).

2.5.2. Hemicelulose

As hemiceluloses são polissacarídeos que contêm outros açúcares além da glicose, sendo uma mistura de polímeros de hexoses, pentoses e ácidos urônicos, que podem ser lineares ou ramificados e possuem massa molecular relativamente baixa, menores do que as de celulose, podendo conter de 50 a 200 unidades de pentoses (xilose e arabinose) e unidades de hexoses (glicose, galactose, manose, ramnose e ácidos glucurônico e galacturônico) (GRAY, 2006).

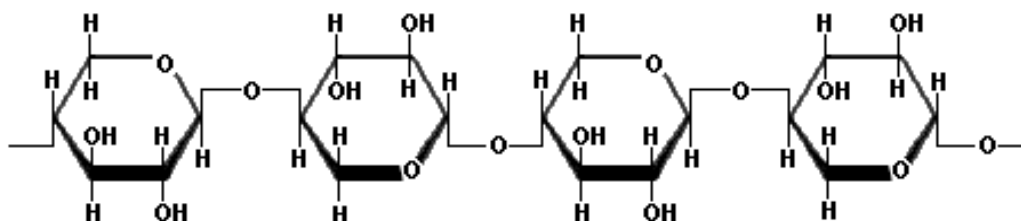


Figura 2. Estrutura química da hemicelulose. Fonte: Santos et al. (2012).

2.5.3. Lignina

A palavra lignina vem do latim *lignum*, que significa madeira. A lignina não é um polissacarídeo, mas é quimicamente ligada a hemicelulose na parede celular de plantas. São moléculas amorfas encontradas nas plantas terrestres. Sua presença em madeiras pode ser de até 30% dependendo do vegetal. A lignina atua na proteção contra micro-organismos nas plantas vasculares. Auxiliam também na resistência mecânica e no transporte de nutrientes e tem função de se unir aos ácidos biliares e ao colesterol, reduzindo sua absorção pelo intestino delgado (ÁLVAREZ & SANCHES, 2006).

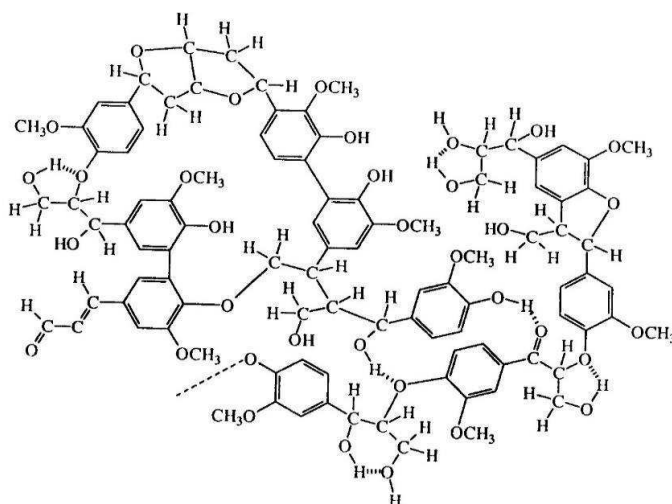


Figura 3. Estrutura química da lignina. Fonte: Santos et al. (2012).

2.5.4. Inulina

A inulina é um carboidrato do grupo de polissacarídeos da frutose (várias ligações glicosídicas de moléculas de frutose) que é conhecido como “frutanos”, ou seja, um polímero natural obtido a partir da sacarose, pelas plantas ou por bactérias. É uma fibra solúvel composta por uma cadeia principal de unidades de frutose com uma unidade de glicose terminal. Além disso, é considerada uma importante fonte de fibra alimentar sendo considerada como funcional por apresentar benefícios para a saúde. É conhecida por contribuir positivamente para o crescimento de micro-organismos probióticos e, com isso, para o equilíbrio da microbiota intestinal (ROBERFROID; GIBSON & DELZENNE 1993).

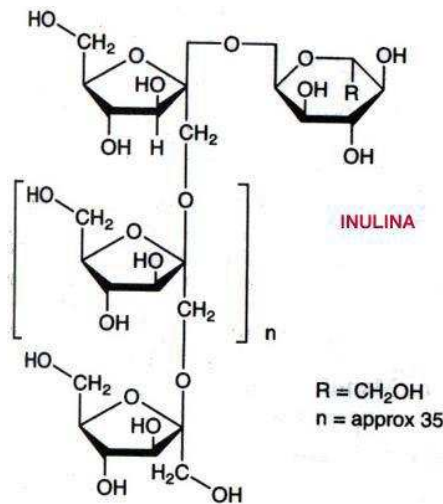


Figura 4. Estrutura química da inulina. Fonte: Santos et al. (2012).

2.6. Análise Sensorial

Análise sensorial segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas é a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e dos materiais da forma que são percebidas pelos sentidos da visão, do olfato, do gosto, do tato e da audição (ABNT, 1993). Além disso, é multidisciplinar, de forma que para uma boa avaliação faz-se necessário o conhecimento sobre fisiologia do corpo, psicologia, estatística, ciência e tecnologia dos alimentos (NASSU, 2007).

Além disso, a análise sensorial pode ser realizada por vários métodos, dentre os quais podem ser destacados os afetivos, discriminativos e descritivos. Os métodos afetivos representam a opinião do consumidor e avaliam o quanto o consumidor gosta ou desgosta do produto, enquanto o método discriminativo avalia se existe diferença significativa entre duas amostras e os métodos descritivos descrevem qualitativa e quantitativamente as amostras utilizando escalas de intervalo (ISAAC et al., 2012; NASSU, 2007)

Os métodos descritivos em análise sensorial de alimentos envolvem a detecção e a descrição qualitativa e quantitativa de um produto pela equipe sensorial (pessoas selecionadas para avaliar os produtos) treinada, constituída de seis a doze julgadores (NASSU, 2007).

Na análise sensorial descritiva clássica, os julgadores treinados detectam, descrevem e quantificam os atributos dos produtos. Além disso, os julgadores aprendem a diferenciar a intensidade das características sensoriais nos alimentos e definem qual a característica ou nota qualitativa que está presente (MEILGAARD, CIVILLE & CARR, 2006).

Os membros da equipe sensorial são treinados para realizarem a análise das características dos produtos de forma semelhante entre eles. Para se obter sucesso no desempenho da equipe sensorial é importante estudar a variação dos escores entre os membros da equipe. Existem maneiras de analisar se os julgadores estão avaliando as amostras corretamente como, por exemplo, a avaliação da repetibilidade dos resultados, da discriminação entre as amostras e também por meio de consenso da equipe (TOMIC et al., 2007).

Métodos descritivos convencionais necessitam longos tempos de execução do teste sensorial e exigem extenso treinamento para assegurar que os atributos a serem utilizados sejam consistentes, e que os julgadores tenham a capacidade de discriminar as amostras, além de obter repetibilidade dos resultados. Pesquisadores têm trabalhado para desenvolver métodos alternativos para testes descritivos convencionais, que requerem menos tempo para a obtenção do perfil sensorial, de modo a permitir a sua utilização na indústria (SILVA et al., 2012a; COURCOUX, FAYE & QANNARI, 2014; REZENDE et al., 2015; VARELA & ARES, 2012; KOBAYASHI & MARTA., 2012).

2.6.1. Perfil Descritivo Otimizado

O Perfil Descritivo Otimizado (PDO) é uma metodologia de descrição sensorial que foi proposta com o objetivo de reduzir o tempo do teste sensorial. No PDO a avaliação dos atributos sensoriais é realizada de forma quantitativa por meio da avaliação de uma equipe semi-treinada. Desta forma, o método propõe atender a demanda por métodos rápidos e, ao mesmo tempo, fornecer informações quantitativas sobre os produtos (SILVA, 2013).

Neste método, é proposto que julgadores semi-treinados avaliem os produtos usando uma escala não-estruturada ancorada nas extremidades (fraco e forte). Para permitir que os julgadores com pouco treinamento avaliem as amostras de forma

consistente, os materiais de referência que representam as âncoras da escala devem estar presentes no momento da avaliação. Também é recomendado que todas as amostras sejam apresentadas aos julgadores em um mesmo momento, ou seja, de forma simultânea. Assim, a estrutura deste teste (todas as amostras apresentadas de uma vez e a presença de materiais de referência identificados) permite que os julgadores semi-treinados avaliem quantitativamente os atributos sensoriais que caracterizam os produtos (SILVA et al., 2012a; 2013).

A utilização do Perfil Descritivo Otimizado (PDO) na caracterização sensorial de alimentos é muito vantajosa, uma vez que o método permite a descrição quantitativa dos atributos sensoriais e fornece resultados muito semelhantes à técnica convencional (SILVA et al., 2012a).

O Perfil Descritivo Otimizado (PDO) destaca-se entre os métodos rápidos, pois além de reduzir o tempo do teste sensorial também fornece informações sobre a intensidade dos atributos sensoriais. O PDO é uma metodologia mais complexa que os demais métodos rápidos, exigindo maior envolvimento da equipe de julgadores. Sua resposta em termos quantitativos amplia a aplicabilidade da metodologia (SILVA, 2013).

No trabalho realizado por Silva (2013), quando avaliada a repetibilidade dos dados, o PDO não apresentou diferença significativa entre as repetições ($P > 0,05$) e com grau de proximidade superior a 99%. De acordo com os dados encontrados, o PDO foi uma metodologia testada e validada com sucesso, apresentando as medidas de validação com elevado grau de certeza, mesmo em alimentos com diferentes composições.

2.6.2. Teste de aceitação sensorial

Em análise sensorial, o teste de aceitação é um componente valioso e necessário. Quando se deseja avaliar o produto, o teste de aceitação normalmente precede testes em maior escala feito fora do ambiente da pesquisa e desenvolvimento por outras pessoas, tais como pesquisa de marketing. Esta forma de avaliação pode ser referida como aceitação, preferência, ou o teste com consumidores (STONE & SIDEL, 1993).

A escala hedônica de nove pontos é o método sensorial mais útil quando se pretende avaliar o quanto o produto pode ser apreciado ou não pelos consumidores. Desde o seu desenvolvimento, tem sido um teste amplamente utilizado com uma grande variedade de produtos e com sucesso considerável. Além disso, a escala hedônica estruturada de nove pontos é o método afetivo mais utilizado devido à confiabilidade e validade de seus resultados, bem como sua simplicidade em ser utilizada pelos provadores (STONE & SIDEL, 1993).

De acordo com Stone & Sidel (1993) a escala pode ser facilmente compreendida pelos consumidores com instrução mínima, os resultados revelaram-se notavelmente estáveis, e diferenças do produto (em gosto) são reproduzíveis com diferentes grupos de indivíduos. Além disso, a escala hedônica de nove pontos é usada por muitas empresas, com sucesso considerável em termos de confiabilidade e validade dos resultados.

2.6.3. *Check-all-that-apply* (CATA)

Para o aprimoramento de produtos alimentares e, principalmente, para o desenvolvimento de novos produtos, é necessário entender os atributos que os consumidores consideram relevantes para sucesso do alimento. Portanto, as empresas devem sempre fazer um profundo estudo para avaliar como os consumidores percebem os produtos e quais são os pontos de interesse para quem os compram (ARES & JAEGER, 2013).

Check-all-that-apply (CATA) é um método que se baseia em perguntas sobre os atributos do produto a ser avaliado pelo consumidor e têm sido bastante utilizado para determinação de atributos sensoriais. Dentre as vantagens desse método é que ele identifica atributos que estão presentes no produto sem a necessidade de uma escala, ou seja, não é levada em consideração a intensidade, mas sim a presença dos atributos (DOOLEY, LEE & MEULLENET, 2010).

O método CATA é capaz de diferenciar amostras e as vincular com características específicas, termos descritivos que podem representar as características de cada amostra. Quando se relaciona a preferência do consumidor com características do produto que está sendo analisado, a metodologia do teste CATA torna-se uma maneira simples de discriminar entre os termos que influenciam positivamente ou

negativamente a aceitação dos produtos. Dessa forma, o teste é cada vez mais visto como uma ferramenta para auxiliar em estudos sobre o desenvolvimento de novos produtos cárneos (JORGE et al., 2015).

Quando se utiliza a metodologia CATA juntamente com a avaliação hedônica de amostras, o teste se torna mais completo, de forma a entender as preferências do consumidor e identificar os atributos sensoriais que podem estar atuando positivamente, fazendo com que o consumidor goste do produto e também otimizar a formulação, podendo realizar estudo sobre como e o quê deve ser alterado para maior sucesso do produto. Apesar de pedir aos consumidores apenas informações sobre as características sensoriais específicas pode ser uma fonte de viés na pontuação hedônica (ARES & JAEGER, 2013).

Entretanto, a utilização do método CATA com escalas hedônicas é uma prática que ainda não se tem conhecimento se altera a caracterização sensorial de produtos baseado no consumo. Se em testes com consumidores, esta prática é ganhar aceitação geral, a investigação de tais questões pertinentes se justifica (ARES & JAEGER, 2015).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados nos Laboratórios de Processamento de Carnes e Derivados e de Desenvolvimento de Novos Produtos da Universidade Federal de Viçosa – UFV, Minas Gerais.

3.1. Delineamento experimental

No experimento foram elaboradas sete formulações de Mortadela, sendo duas formulações controle (FC1: formulação sem redução de gordura e sem adição de fibras; FC2: formulação com 25% de redução do conteúdo total de gordura e sua substituição por carne magra) e cinco formulações com a redução de 25% do conteúdo total de gordura e sua substituição por 4% de diferentes misturas de fibras (solúveis e insolúveis) e água (Figura 5). O processamento das mortadelas foi realizado em três repetições.

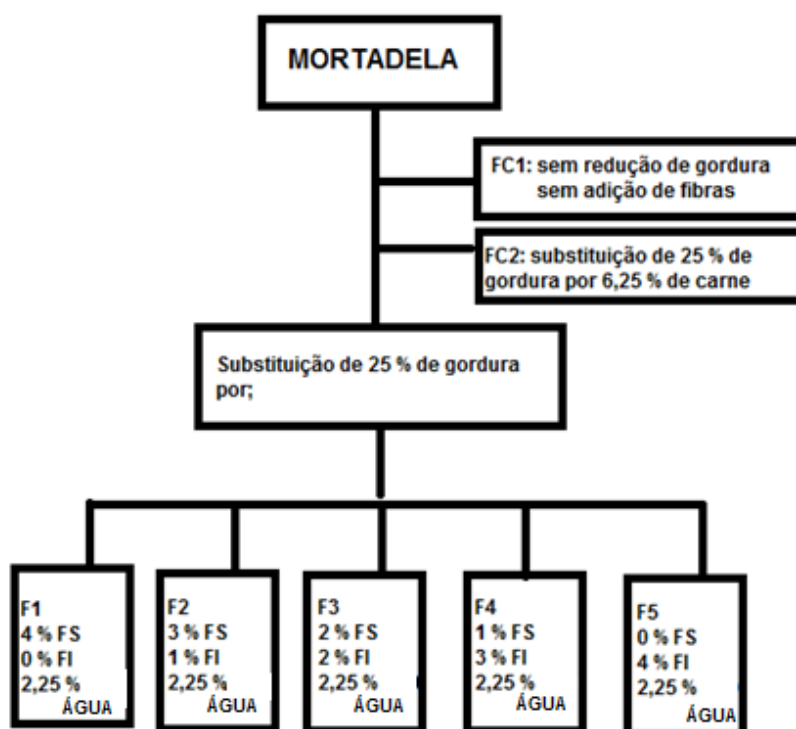


Figura 5. Planejamento experimental para elaboração das diferentes formulações de mortadela.

Na avaliação do efeito da substituição da gordura por misturas de fibras solúveis e insolúveis, o experimento seguiu o delineamento de misturas, uma vez que a soma das

proporções de fibras solúveis (FS) e fibras insolúveis (FI) foi sempre constante (4%). Em experimentos com misturas os fatores são seus ingredientes e seus níveis (dos fatores) são dependentes (RIBEIRO JR., 2012). Na Tabela 1 estão apresentadas as proporções das fibras (FI e FS) que originaram as diferentes formulações, segundo o delineamento de misturas Centróide Simples com dois vértices, dois pontos axiais e um ponto central.

Tabela 1. Misturas binárias do Delineamento em Centróide Simples

Pontos	$0 \leq a_i \leq 1$ e $0 \leq b_i \leq 1$	Formulações
Vértices	(1;0)	F1
	(0;1)	F5
Central	(0,5; 0,5)	F3
Axiais	(0,75; 0,25)	F2
	(0,25; 0,75)	F4

Fonte: Ribeiro Jr. (2012).

Para analisar a influência da mistura de fibras solúveis e insolúveis nos atributos sensoriais e na aceitabilidade sensorial dos consumidores foi realizado o ajuste de modelos de regressão em função dos fatores independentes (FI e FS) na predição das variáveis resposta.

Dentro dos níveis de substituição de gordura por misturas de fibras, foi realizada a seleção do modelo de melhor ajuste de regressão, sendo avaliada a falta de ajuste ($p \geq 0,05$), a significância dos coeficientes da regressão ($p \leq 0,05$) e o coeficiente de determinação (R^2). Foram testados ajustes dos modelos linear e quadrático de misturas (RIBEIRO JR., 2012).

Para comparar as formulações controle (FC₁ e FC₂) com as formulações de mortadelas em que foi realizada a substituição de gordura por misturas de fibras (F1, F2, F3, F4 e F5) e água, foi utilizado o teste de *Dunnnett* em nível de 5% de probabilidade.

Para melhor visualização do perfil sensorial dos produtos (formulações-teste e formulações-controle) foram obtidos os mapas descritivos dos produtos, utilizando as avaliações da equipe semi-treinada. O mapa de preferência interno também foi obtido

para representação da aceitabilidade sensorial das mortadelas. Os mapas foram confeccionados por meio dos escores fornecidos pela Análise de Componentes Principais, segundo procedimento descrito em Gacula et al. (2008).

As análises estatísticas foram realizadas no *software* estatístico SAS, versão 9.4 (Statistical Analysis System – SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), licenciado pela Universidade Federal de Viçosa.

3.2. Formulações e processamento de mortadelas com e sem substituição de gordura por fibras solúveis e insolúveis

Foram elaboradas sete formulações de mortadelas dentre elas, duas formulação controle (FC1: sem redução do teor de gordura sem adição de fibras; e FC2: com substituição de 25% de toucinho por carne) e mais cinco formulações com a substituição de 25% de toucinho por água e 4% de misturas de fibras solúveis e insolúveis, conforme descrito na Tabela 2. Todos os demais ingredientes (condimentos, sais de cura, fécula de mandioca, proteína texturizada de soja, polifosfato de sódio e fixador de cor) tiveram seus teores mantidos fixos.

Nas formulações de mortadelas foram utilizados cortes de patinho bovino e toucinho suíno fresco adquiridos no mercado local. A proteína texturizada de soja da marca Jasmine e a fécula de mandioca da AMAFIL também foram produtos adquiridos no mercado local. Já os condimentos para mortadelas, sais de cura, polifostato de sódio e fixador de cor foram doados pela empresa New Max.

Foram utilizadas as fibras comerciais VITACEL[®]WF 600 e Orafti[®]GR(BENEO). A VITACEL[®]WF 600 é uma combinação de fibras insolúveis (celulose – 74%, hemicelulose – 26%, e lignina – < 0,5%) extraídas do trigo. Já a Orafti[®]GR é um produto composto de, aproximadamente, 92% de inulina, com grau de polimerização superior a 10, extraído da raiz de chicória.

Para elaboração das mortadelas, os procedimentos foram realizados conforme descrito por Betancourt (2014). Para remover a gordura e o tecido conectivo aparente, o patinho foi limpo, moído em moedor (Skymesen, PSEE-22, Brasil) com discos de furos de 14 mm e, em seguida, congelado. A carne moída congelada (-5 °C) foi colocada no cutter (Mainca, MD-40 BL, Barcelona, Spain), junto com o gelo e cuterizada, por 2

minutos, em velocidade máxima das facas (3000 rpm) e de bacia (20 rpm). Neste ponto, foram acrescentados, em intervalos de aproximadamente 30 segundos, os demais ingredientes não cárneos, na seguinte ordem: 0,19% de fosfato (FOXMAX, New Max, São Paulo, SP, Brasil), 1,73% de NaCl, 0,23% de sal de cura (CURAMAX, New Max, São Paulo, SP, Brasil), 0,19% de fixador de cor (FIXAMAX, New Max, São Paulo, SP, Brasil), 3,02% de proteína texturizada de soja (JASMINE, Curitiba, PR, Brasil), 0,38% de condimento para mortadela (condimento para mortadela 532, New Max, São Paulo, SP, Brasil), 3,77% de fécula de mandioca (AMAFIL, Distrito de São Lourenço, Cianorte, PR, Brasil), e as misturas de fibras (em forma seca), quando utilizadas. Após 30 segundos da adição do último ingrediente não carne, foram reduzidas as velocidades de faca (1500 rpm) e de bacia (10 rpm) e se acrescentou o toucinho congelado (-5 °C) picado em cubos de 2 cm. A cutterização continuou até que a massa atingisse a temperatura máxima de 16 °C. Quando a cutterização foi concluída, a massa foi embutida em tripa artificial bidirecionada de 67 mm de diâmetro (Startripz 67, vermelha, marca Spel), utilizando uma embutideira hidráulica (Mainca, EM-25, Barcelona, Spain) acoplada de um funil de 28 mm. A seguir, as mortadelas foram cozidas em banho-maria com a seguinte programação de temperatura: 55 °C/30 minutos, 65 °C/30 minutos, 75 °C/30 minutos e 85 °C/30 minutos, até atingir temperatura interna de 74 °C, quando foram retiradas do cozimento e resfriadas por imersão em tacho com água e gelo. Por fim, as mortadelas foram armazenadas em câmara fria (1 a 2 °C) até o momento da avaliação sensorial. Esse processo de fabricação está esquematizado na Figura 6.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes utilizados nas formulações das mortadelas com diferentes teores de fibras

Ingredientes %	FC1	FC2	F1	F2	F3	F4	F5
Patinho	50,4	56,65	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4
Toucinho	25	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75
Sal refinado	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
PTS em pó (Jasmine)	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02	3,02
Fécula de mandioca (Amafil)	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77
Polifosfato de sódio (New Max)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Condimento para mortadelas (New Max)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Fixador de cor (New Max)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Sal de cura (Exato)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Água (Gelo)	15,08	15,08	17,33	17,33	17,33	17,33	17,33
Fibra solúvel	0	0	4	3	2	1	0
Fibra insolúvel	0	0	0	1	2	3	4
Total (%)	99,99	99,99	99,99	99,99	99,99	99,99	99,99

FC1: formulação controle; FC2: formulação com substituição de 25% de gordura (toucinho) por carne; F1, F2, F3, F4, F5: formulações com substituição de 25% de gordura (toucinho) por 4% de fibras funcionais mais água.



Figura 6. Fluxograma de processamento das mortadelas experimentais. Fonte: Betancourt. (2014).

3.3. Análise sensorial descritiva das mortadelas formuladas com diferentes percentuais de fibras: Perfil Descritivo Otimizado (PDO)

Para a obtenção do perfil sensorial das mortadelas foi utilizada a metodologia Perfil Descritivo Otimizado (SILVA et al., 2012b). Nesta técnica, é proposto que julgadores semi-treinados avaliem a intensidade dos atributos sensoriais utilizando uma escala de intensidade (intervalar) ancorada nos extremos pelos termos “fraco” e “forte”, os quais serão representados por materiais de referência. A análise sensorial das mortadelas teve início após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa.

3.3.1. Recrutamento dos avaliadores

Para realizar o recrutamento dos candidatos a julgadores, cinquenta questionários foram distribuídos para pessoas interessadas em participar dos testes sensoriais. Os candidatos recrutados para a pré-seleção apresentaram disponibilidade de tempo, afinidade com o produto, compreensão dos termos descritivos, habilidade em trabalhar com escala não-estruturada e ausência problemas de saúde que pudesse interferir na qualidade dos testes. Os candidatos recrutados apresentaram faixa etária entre 20 e 40 anos de idade e eram estudantes de graduação e pós-graduação do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA).

3.3.2. Seleção dos avaliadores

Para avaliar a capacidade de discriminação sensorial dos candidatos, uma série de quatro testes discriminatórios (teste tetraédrico) foi aplicada. O teste sensorial tetraédrico geralmente é utilizado para diferenciar duas amostras pelos seus atributos sensoriais importantes entre dois alimentos. O critério de seleção foi de 75% de acerto nos testes. Para aplicação desses testes, duas formulações provenientes deste experimento foram selecionadas.

No teste tetraédrico, os julgadores receberam simultaneamente um conjunto de quatro amostras, sendo um par de amostras de mortadela-controle e um par de amostra elaborada pela substituição de gordura por carne. Estas formulações foram escolhidas para serem trabalhadas porque são similares quanto à sua aparência. O julgador recebeu a instrução para agrupar as amostras duas a duas, formando dois grupos. A metodologia

do teste tetraédrico é própria para casos de diferença sensorial global, ou seja, onde se deseja detectar qualquer diferença com o objetivo da análise ou para casos em que não seja conhecido o atributo específico de controle (DUTCOSKY, 2013).

As amostras, codificadas com três dígitos aleatórios, foram apresentadas de forma balanceada, sendo que cada julgador recebeu cubos (aproximadamente 3 cm de aresta) de aproximadamente 20 g de cada produto e à temperatura de 10 ± 1 °C. Os julgadores foram solicitados a provar as amostras e agrupá-las em pares, de acordo com sua similaridade. Foi solicitado aos julgadores que bebessem água em temperatura ambiente (23 ± 1 °C) para limpar a boca, após a prova de cada amostra. Quarenta julgadores participaram deste teste. A ficha utilizada para este teste está apresentada na Figura 7.

Nome	data
<p>Você está recebendo 4 amostras de mortadela, provenientes de dois tratamentos diferentes. Prove-as, da esquerda para direita e agrupe-as de acordo com suas semelhanças.</p>	
-----	-----

Figura 7. Ficha de avaliação do teste tetraédrico.

As repetições entre os testes foram consecutivas; em casos de fadiga sensorial foi dado intervalo de 10 minutos entre as sessões. A avaliação foi conduzida sob luz branca e em cabines fechadas de modo a serem limitadas as distrações e para evitar que os julgadores se comunicassem.

3.3.3. Levantamento dos termos descritivos e definição do material de referência

O desenvolvimento dos termos descritivos foi realizado pelos julgadores pré-selecionados. A técnica de discussão aberta foi associada a uma lista prévia de termos descritivos para fornecer suporte para o levantamento dos atributos sensoriais. A lista prévia de termos descritivos foi proposta por Spada (2013) e Ramos & Gomide (2009), e seguidas com algumas adaptações. Em sequência houve uma discussão aberta sob a supervisão de um moderador para determinação dos atributos que melhor

caracterizaram as amostras. Foram utilizados produtos que ancoraram os extremos (fraco e forte) que serviram como referências nas avaliações das mortadelas, ou seja, para cada atributo levantado foi definido um material de referência que representou os extremos de intensidade (“fraco” e “forte”), (Tabela 3).

Tabela 3. Lista de atributos sensoriais, suas respectivas definições e referências que ancoram os extremos da escala não estruturada.

Atributos	Definições	Fraco	Forte
<i>Brilho</i>	Lustroso e reluzente	 <p>Mortadela frango light Marca: Pif Paf</p>	 <p>Salsicha tipo Viena Marca: Anglo</p>
<i>Cor</i>	Intensidade da cor vermelha		
<i>Aroma característico de Mortadela</i>	Aroma de embutido feito de carne de bovina, suína e gordura com a adição de condimento	 <p>Salsicha tipo Viena Marca: Anglo</p>	 <p>Mortadela de frango Marca: Pif Paf</p>
<i>Sabor característico de Mortadela</i>	Embutido feito de carne bovina, suína e gordura com a adição de condimentos	 <p>Salsicha Marca: Pif Paf</p>	 <p>Mortadela Bologna Marca: Pif Paf</p>

Gosto salgado

Intensidade de gosto salgado perceptível



Solução salina a 0,5%



Solução salina a 1,5%

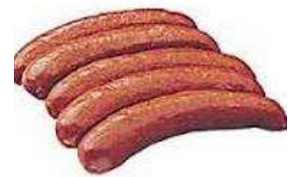
Dureza

Força necessária para comprimir um pedaço de mortadela entre os dentes



Salsicha tipo Viena

Marca: Anglo



Calabresa

Marca: Aurora

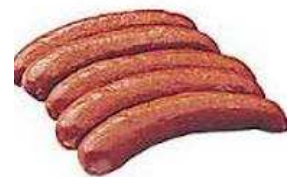
Coesividade

Quantidade de deformação sofrida pela mortadela antes da ruptura com dentes



Mortadela de frango

Marca: Pif Paf



Calabresa

Marca: Aurora

Gomosidade

Densidade que persiste à mastigação de um pedaço de mortadela para que seja engolido



Salsicha tipo Viena

Marca: Anglo

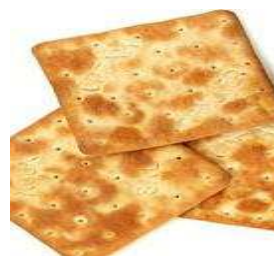


Mortadela de frango

Marca: Pif Paf

Adesividade

É julgada pela força necessária para remover um material que adere à boca. Quanto mais difícil for para remover um material de seus dentes, palato, etc., maior adesividade do material





Biscoito água e sal

Marca: Bauduco



Bolinhas de chocolate

<i>Mastigabilidade</i>	Número de mordidas necessárias para se mastigar um alimento a uma força constante, a fim de reduzi-la a uma consistência aceitável para que seja engolida	 Salsicha tipo Viena Marca: Anglo	 Pão de hot-dog
------------------------	---	---	---

Fonte: Adaptada de Spada (2013) e Ramos & Gomide (2009).

3.3.4. Familiarização dos julgadores com o material de referência

Para a familiarização da equipe com os materiais de referência, os julgadores foram instruídos a ler a definição de cada um dos atributos e analisar os materiais de referência (“fraco” e “forte”) correspondente. Este procedimento foi realizado com o objetivo de padronização da forma como os produtos foram manipulados e os estímulos avaliados.

3.3.5. Avaliação das mortadelas formuladas com fibras solúveis e insolúveis

Na metodologia do Perfil Descritivo Otimizado é proposto que os materiais de referência estejam presentes no momento da avaliação das amostras, para que os julgadores possam compará-las com os respectivos materiais de referência.

Nas sessões de avaliação, as amostras foram servidas simultaneamente, cada uma em cubos de aproximadamente 20 g de mortadela, devendo ser analisadas em relação a um único atributo por vez (protocolo de atributo-por-atributo), para evitar a fadiga sensorial. Os julgadores foram orientados a comparar as amostras entre si e com os materiais de referência e, então, alocar a intensidade do estímulo na escala de intensidade. A ficha de avaliação foi organizada por atributos e apresentava a escala não estruturada de 9 cm (intervalar) (Figura 8).

aleatórias e designados aos julgadores em ordem aleatória. Foram avaliados 10 atributos sensoriais, sendo assim 70 sessões por julgador. Para facilitar a ida ao laboratório, as avaliações foram conduzidas utilizando dois atributos sensoriais por sessão, totalizando assim, 35 sessões.

Tabela 4 - Delineamento em Blocos Incompletos Balanceados, considerando: $t=7, k=3, r=3, \lambda=1, b=7$

FORMULAÇÕES							
BLOCOS	FC1	FC2	F1	F2	F3	F4	F5
1	X	X		X			
2		X	X		X		
3			X	X		X	
4				X	X		X
5	X				X	X	
6		X				X	X
7	X		X				X

Os escores sensoriais obtidas para cada atributo foram analisadas por meio da Análise de Variância (ANOVA).

Segundo Meilgaard, Civille e Carr (2006), no DBIB, quando há número pequeno de blocos, cada julgador retorna diversas vezes até completar toda a repetição do delineamento básico, assim, cada julgador avalia todos os blocos. O modelo matemático da ANOVA para analisar dados provenientes do DBIB depende de como o delineamento foi administrado na apresentação dos produtos aos julgadores. Desta forma, no caso em que o julgador avalia todos os blocos do delineamento básico, o efeito de julgador pode ser particionado da variabilidade total, sendo adotado o modelo da ANOVA descrito da equação (1) (MEILGAARD, CIVILLE & CARR, 2006).

$$Y_{ijk} = m + T_i + B_k + J_j + (T.J)_{ij} + e_{ikj} \quad (\text{Eq.1})$$

em que:

Y_{ijk} = representa o escore atribuído à formulação i pelo julgador j na repetição k;

m = representa o valor da média geral inerente ao modelo;

T_i = representa o efeito (contribuição) da formulação i ;
 B_k = representa o efeito (contribuição) do bloco dentro de julgador;
 J_j = representa o efeito (contribuição) do julgador j ;
 $(T.B)_{ij}$ = representa interação entre a formulação i e o julgador j ;
 e_{ijk} = erro aleatório normal, independente e igualmente distribuído $(0, \sigma^2)$.

A avaliação dos resultados das formulações em que houve substituição de gordura por misturas de fibras solúveis e insolúveis, foi realizada por meio da ANOVA, tendo como fontes de variação mistura, julgador e interação mistura x julgador, seguida por um ajuste de modelo de regressão para avaliar a influência das fibras nas formulações.

No caso de interação significativa, o teste F para amostras foi calculado tendo o $QM_{INTERAÇÃO}$ como denominador, conforme recomendado por Stone e Sidel (1993).

No caso de efeito significativo das formulações na ANOVA, foram realizados testes para ajuste do modelo de regressão que melhor explique a influência dos fatores quantitativos (concentração de fibras solúveis e insolúveis) sobre as variáveis dependentes (atributos sensoriais).

O ajuste dos modelos de regressão foi realizado conforme a recomendação de Montgomery (2001), sendo avaliada a falta de ajuste do modelo e a significância dos coeficientes da regressão, ao nível de 5% de probabilidade e o valor do coeficiente de determinação.

Dentro dos níveis de substituição de gordura por misturas de fibras foi realizada a seleção do modelo de melhor ajuste de regressão, sendo avaliada a falta de ajuste do modelo ($p \geq 0,05$) a significância dos coeficientes da regressão ($p \leq 0,05$) e o coeficiente de determinação (R^2). Também foram confeccionados gráficos de contorno para os atributos que apresentaram equações significativas, a fim de verificar o comportamento sensorial em função dos teores de fibras nas mortadelas.

A Análise de Componentes Principais foi realizada, segundo o procedimento descrito em Gacula et al. (2008), para obtenção do mapa sensorial. Neste mapa, é

possível verificar a dispersão das amostras e a correlação dos atributos com os componentes principais.

A fim de comparar as amostras controles FC1 (mortadela controle) com FC2 (mortadela com 25% de substituição de gordura por carne) foi realizado o teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade.

Para comparar as formulações controle (FC1 e FC2) com as formulações de mortadelas em que foi realizada a substituição de gordura por misturas de fibras (F1, F2, F3, F4 e F5) e água, foi utilizado o teste de *Dunnnett* em nível de 5% de probabilidade.

3.4. Teste de aceitação sensorial das mortadelas formuladas com fibras solúveis e insolúveis

O teste de aceitação foi aplicado para 150 consumidores no Campus da Universidade Federal de Viçosa, que habitualmente consomem o produto. Amostras das sete formulações de mortadela foram servidas aos consumidores em cubos de aproximadamente 20g e à temperatura de 10 ± 1 °C, de forma aleatória e monádica. No protocolo monádico, a comparação não é permitida e o consumidor avalia uma amostra de cada vez. Os consumidores utilizaram a escala hedônica de nove pontos variando de -4 " desgostei extremamente " a +4 " gostei extremamente " através do valor intermediário zero associado com o termo indiferente" (Figura 9). Todos os escores apresentaram os respectivos termos hedônicos. O teste de aceitação teve como objetivo verificar o efeito da substituição da gordura por fibras na aceitação sensorial das mortadelas elaboradas no experimento.

A avaliação foi conduzida sob luz branca e aconteceu em cabines fechadas de modo a serem limitadas as distrações e de modo a evitar que os consumidores se comunicassem. Foi solicitado aos consumidores que bebessem água em temperatura ambiente (23 ± 1 °C) para limpar a boca, após a prova de cada amostra. As amostras avaliadas foram aquelas processadas na terceira repetição do experimento.

O efeito dos teores de gordura e de fibras para aceitação das mortadelas foi analisado por meio da análise de variância (teste F) e pelo ajuste de modelos de regressão, no caso de efeito significativo das formulações no teste F ($\alpha = 0,05$).

O modelo estatístico que representa o delineamento utilizado (Delineamento Inteiramente Casualizado), onde consumidores foram considerados repetições, é dado pela equação 2.

$$Y_{ij} = m + T_i + e_{ij} \quad (\text{eq.2})$$

em que:

Y_{ij} = representa o escore atribuído à formulação i pelo consumidor j ;

m = representa o valor da média geral inerente ao modelo;

T_i = representa o efeito (contribuição) da formulação i ;

e_{ij} = representa o efeito do erro aleatório normalmente distribuído.

Para a seleção do modelo de regressão de melhor ajuste, foram avaliados os seguintes critérios: falta de ajuste não significativa ($p \geq 0,05$), coeficientes da regressão significativos ($p \leq 0,05$) e, por último, a explicação do modelo por meio do coeficiente de determinação R^2 (SQREGRESSÃO/SQTRATAMENTOS).

Também foi confeccionado o gráfico de superfície de respostas (ASR), para verificar o comportamento da aceitabilidade sensorial em função dos níveis de fibras em mortadelas.

Os dados de aceitação foram analisados por meio da técnica multivariada mapa de preferência interno, em que foram organizados numa matriz de amostras e consumidores, e esta submetida à análise de componentes principais (ACP) (MINIM, 2013). A proximidade de um consumidor com um produto (localização no gráfico) indica maior aceitação por ele.

De forma a identificar os termos que positivamente ou negativamente contribuíram para aceitação das mortadelas, foi realizado o teste Check-all-that-apply (CATA), em que os consumidores selecionaram atributos que consideraram relevantes, em vez de analisar todos os atributos de uma escala. A ficha que continha a escala hedônica de nove pontos que variaram de -4 " desgostei extremamente " a +4 " gostei extremamente " para o teste de aceitação, apresentou também uma lista que apresentava vinte termos descritivos adaptados de Jorge et al. (2015) e Galvão et al. (2014) (Figura 9). Nessa ficha, os consumidores foram convidados a responder quanto à aceitação da amostra e os termos que consideravam presentes. Essa técnica de utilizar os dois testes

juntos é de grande importância, pois é possível verificar o que fez com que o consumidor gostasse mais ou menos de determinada amostra.

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL		
NOME: _____	DATA: _____	
SEXO: <input type="checkbox"/> FEMININO <input type="checkbox"/> MASCULINO	IDADE: _____	
Avalie a mortadela apresentada e indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou do produto.		
CÓDIGO: _____	4 () gostei extremamente 3 () gostei muito 2 () gostei moderadamente 1 () gostei ligeiramente 0 () indiferente -1 () desgostei ligeiramente -2 () desgostei moderadamente -3 () desgostei muito -4 () desgostei extremamente	
Marque com um "X" as características que você acredita que esta mortadela apresenta		
<input type="checkbox"/> suculência	<input type="checkbox"/> sabor rançoso	<input type="checkbox"/> cor vermelha
<input type="checkbox"/> sabor de carne	<input type="checkbox"/> gosto salgado	<input type="checkbox"/> odor rançoso
<input type="checkbox"/> cor rosa	<input type="checkbox"/> textura lisa	<input type="checkbox"/> macia
<input type="checkbox"/> aparência saudável	<input type="checkbox"/> sem tempero	<input type="checkbox"/> cor rosa escura
<input type="checkbox"/> textura seca	<input type="checkbox"/> sabor ruim	<input type="checkbox"/> textura arenosa
<input type="checkbox"/> textura emborrachada	<input type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> textura característica
<input type="checkbox"/> cor marrom	<input type="checkbox"/> presença de poros	

Figura 9. Ficha do teste de aceitação e dos termos descritivos (CATA).

Para identificar as relações entre os termos descritivos selecionados para cada amostra pelo teste CATA, foi confeccionado um mapa descritivo (ACPs).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.2. Perfil sensorial de mortadelas formuladas com diferentes níveis de substituição de gordura por fibras

4.2.1. Caracterização sensorial de mortadelas - Perfil Descritivo Otimizado

4.2.1.1. Recrutamento e seleção dos julgadores

No recrutamento de julgadores, trinta pessoas que apresentaram características interessantes para a caracterização sensorial das mortadelas, e então, foram convidadas a realizar os testes de seleção. Dentre os participantes, 25 acertaram pelo menos 75% dos testes tetraédricos. Logo após a reunião de levantamento dos termos descritivos, houve a desistência de 5 julgadores, permanecendo ainda para análise 20 pessoas, sendo 12 do sexo feminino e 8 do sexo masculino, todos estudante de graduação em Engenharia de Alimentos e pós-graduandos em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa.

4.2.1.2. Análise sensorial de mortadelas controle (FC1) e formulada pela substituição de 25% de gordura por carne magra (FC2)

A redução pura e simples, em 25%, do teor de gordura leva ($P < 0,05$) à diminuição na intensidade da cor vermelha e do gosto salgado, e aumento da dureza, gomosidade e mastigabilidade das mortadelas (Tabela 5). Os demais atributos sensoriais não foram afetados ($P > 0,05$) pela redução no teor de gordura da formulação.

A ausência de diferença na intensidade do brilho com a substituição de toucinho por carne (Tabela 5) diverge de resultados reportados por Nowak et al. (2007), que verificaram redução do brilho com a redução no teor de gordura em formulações de bolognas. Entretanto, Guimarães (2011) não observou alteração de brilho pela substituição de 25% de toucinho por carne, o que, segundo ela, provavelmente se deve ao fato de que este nível de substituição de toucinho por carne não é suficiente para concentrar os pigmentos de mioglobina de forma a tornar as formulações mais escuras que a formulação-controle.

Entretanto, à semelhança do observado por Hughes, Mullen & Troy (1998) e Serdaroglu (2006) em almôndegas, Cofrades *et al.* (2000) observaram aumento nos valores de **L*** ao formular mortadelas tipo bologna com maiores teores de gordura.

Tabela 5. Valores de média \pm desvio padrão das mortadelas controle (FC1) e formulada pela substituição de 25% de gordura por carne magra (FC2), para cada atributo sensorial.

Atributo	FC1	FC2
<i>Intensidade do brilho</i>	3,9 \pm 2,1 a	3,4 \pm 1,9 a
<i>Intensidade da cor vermelha</i>	3,5 \pm 1,9 a	2,8 \pm 1,8 b
<i>Aroma característico de Mortadela</i>	4,1 \pm 2,1 a	4,3 \pm 2,5 a
<i>Sabor característico de Mortadela</i>	4,5 \pm 2,0 a	5,1 \pm 2,2 a
<i>Intensidade do gosto salgado</i>	4,4 \pm 2,0 a	3,4 \pm 1,9 b
<i>Dureza</i>	4,3 \pm 1,9 a	5,4 \pm 1,9 b
<i>Coabilidade</i>	4,8 \pm 2,2 a	4,8 \pm 2,4 a
<i>Gomosidade</i>	4,9 \pm 2,2 a	6,3 \pm 2,0 b
<i>Adesividade</i>	3,3 \pm 1,9 a	3,4 \pm 1,9 a
<i>Mastigabilidade</i>	4,4 \pm 2,0 a	5,2 \pm 1,8 b

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

A redução na intensidade da cor vermelha com a redução do teor de gordura na formulação contraria os princípios básicos dos estudos de cor, já que a redução no teor de gordura, e conseqüente aumento de carne, na formulação FC2, deveriam ter levado ao aumento no teor de pigmentos de mioglobina (proteína responsável pela pigmentação da carne) na massa cárnea, gerando assim, produtos de coloração mais escura (ANDRÈS, ZARITZKY & CALIFANO, 2006). Neste sentido, a diminuição ($P < 0.05$) na cor vermelha como resultado da substituição de gordura por carne também foi observada, em almôndegas, por Hughes, Mullen & Troy (1998) e por Serdaroglu (2006).

Entretanto, diferentemente do observado no presente experimento, Cofrades *et al.* (2000) não observou alteração nos valores de **a***, que indica a intensidade da cor vermelha, em função do teor de gordura de mortadelas tipo bologna, Guimarães (2011)

também verificou que a substituição de 25% de toucinho por carne não gerou diferenças na coordenada de cor a^* , o que a autora atribuiu à irrisória elevação no teor de pigmentos de mioglobina na mortadela elaborada pela substituição de toucinho por carne.

Em relação à intensidade do aroma e sabor característicos não foram encontradas diferenças significativas entre a mortadela controle e aquela em que 25% de toucinho foram substituídos por carne. Guimarães (2011) também não encontrou diferença ($P>0,05$) no sabor característico das mortadelas ao se substituir gordura por carne.

Entretanto, a gordura contribui para o sabor dos alimentos com os seus próprios componentes, carrega substâncias voláteis lipossolúveis que contribuem para o sabor dos alimentos (JONES, 1996). Dessa forma, como a gordura é importante para o sabor de carnes e derivados, e sua redução prejudica a aceitação dos produtos cárneos (JIMENEZ-COLMENERO, 2000), era esperado que a redução da gordura tivesse gerado mortadelas com menor intensidade de aroma e sabor característicos.

Redução de gosto salgado ao se reduzir o teor de gordura nas formulações também foram observadas em salsichas (Ruusunen, Simolin & Puolanne, 2001), o que se deve ao fato da gordura contribuir para o sabor dos alimentos, carregando consigo substâncias voláteis lipossolúveis, o que interfere na percepção do gosto salgado (JONES, 1996; RUUSUNEN, SIMOLIN & PUOLANNE, 2001). Ainda segundo Ruusunen, Simolin & Puolanne (2001), há uma relação negativa entre a percepção de sabor salgado e o teor de proteínas nas formulações deste produto emulsionado.

De acordo com Rabe, Krings e Berger (2003), em produtos de altos teores de água livre, as moléculas de água se orientam em volta dos compostos hidrofóbicos formando uma estrutura tipo cristal de maior hidrofobicidade, diminuindo a intensidade do gosto percebido, devido uma competição entre as moléculas de sabor e os íons de água.

A maior ($P<0,05$) dureza, gomosidade e mastigabilidade das mortadelas FC2 (Tabela 5) se deve ao fato de que a substituição de 25% de toucinho por carne magra, leva ao aumento na quantidade de proteína disponível na massa da emulsão para a formação da matriz gélica durante o cozimento das mortadelas (JIMENEZ-

COLMENERO, 1996; BREWER et al., 2005). A FC2 é a formulação em que foi realizada a substituição de 25% de toucinho por carne magra, ou seja, com o aumento do teor de proteínas na fase contínua das emulsões aumenta a força de gel e, conseqüentemente, a gomosidadedas mortadelas também é aumentada (BREWER et al., 2005).

Aumento de dureza e mastigabilidade ao se substituir 25% de toucinho por carne também estão em consonância com as avaliações instrumentais realizadas por Guimarães (2011). Entretanto, BETANCOURT (2014) não evidenciou alterações nas avaliações instrumentais de dureza e mastigabilidade de mortadelas devido à substituição de toucinho por carne.

Não foram encontradas diferenças significativas para coesividade e adesividade entre a mortadela controle e aquela em que 25% de toucinho foram substituídos por carne. Este resultado talvez se deva ao fato de que o aumento no teor de proteína disponível para a geleificação (formação de ligações intermoleculares) na formulação de mortadela com substituição de toucinho por carne (FC2) não tenha sido suficiente para elevar de forma significativa a força das ligações internas em relação ao outro grupo. Semelhante ao resultado encontrado neste experimento, Guimarães (2011) não encontrou diferença ($P>0,05$) na coesividade das mortadelas ao se substituir gordura por carne e Betancourt (2014) não encontrou diferença ($P>0,05$) na adesividade ao se substituir gordura por carne em mortadelas.

4.2.1.3. Análise sensorial de mortadelas controle (FC1) e formuladas pela substituição de 25% de gordura por carne magra (FC2) e por diferentes percentuais de fibras

A Tabela 6 apresenta as comparações das formulações em que se utilizou as diferentes misturas de fibras (F1, F2, F3, F4 e F5) em substituição à gordura com a formulação tradicional (FC1) e com a formulação baseada apenas na redução de gordura (FC2).

Verifica-se (Tabela 6) que, exceto pela formulação F1 (4% de FS e 0% de FI), que à semelhança da FC2 apresentou ($P<0,05$) brilho mais intenso que FC1, a substituição de 25% de toucinho pelas demais misturas de fibras fez com que o brilho

das mortadelas fosse similar ($P>0,05$) àquele da mortadela formulada de maneira tradicional (FC1). Como o brilho é o resultado da reflexão especular da luz incidente, sua maior intensidade na F1 que na FC1 se deve ao fato de que há mais água livre para refletir a luz, uma vez que a fibra solúvel, não é capaz de prender/adsorver água na sua estrutura (THEBAUDIN et al., 1997; COFRADES et al., 2000; GARCÍA et al., 2002).

Trabalhando com misturas de fibras hidratadas de 2,8% de FS + 1,2% de FI, 2% de FS + 2% de FI e 1,2% de FS + 2,8% de FI, Guimarães (2011) não constatou diferença ($P>0,05$) nos valores de luminosidade (L^*) entre a mortadela controle e aquelas em que 25% de toucinho foram substituídos por 4% de misturas hidratadas de fibras solúveis e insolúveis; segundo ela, isto pode ser explicado pelo fato de que o toucinho possui valores de L^* (~ 75) bastante similares àqueles de fibras funcionais hidratadas ($L^* \sim 70$). Entretanto, seus resultados mostram que os valores de L^* das misturas de fibras tendem a diminuir com o aumento na proporção de FS ($L = 67,3$; $69,8$ e $72,6$, respectivamente). Baseado nisto, e como a maior proporção de FS (2,8%) utilizada por esta autora é cerca de 70% daquela (4%) utilizada neste experimento, esperava-se que, no presente experimento, ao invés de possuir brilho mais intenso que a FC1, a formulação F1 (4% de FS) deveria, ao contrário, apresentar brilho menos intenso que aquele da mortadela tradicional (FC1). Porém, como a fibra solúvel se dissolve na água e a fibra insolúvel, ao contrário, adsorve água, é de se esperar que à medida que se aumenta a proporção de FI, o sistema da emulsão ficaria com menos água livre, levando à diminuição da reflexão de luz polarizada e, portanto, reduzindo a luminosidade e, conseqüentemente, o brilho das mortadelas formuladas com maiores teores de FI. Em outras palavras, mortadelas baseadas em maior teor de FS devem levar ao aumento de reflexão de luz e, conseqüentemente à elevação de luminosidade e do brilho nas formulações (COFRADES et al., 2000).

Tabela 6. Escore sensorial (médias \pm desvio-padrão) dos 10 atributos sensoriais de mortadelas formuladas pela substituição de 25% de toucinho por misturas de fibras solúveis e insolúveis e água (F1, F2, F3, F4 e F5) e sua comparação com a mortadela-controle (FC1) e com a mortadela com substituição de 25% de toucinho por carne magra (FC2).

Atributo	FC1	FC2	F1	F2	F3	F4	F5
<i>Intensidade do Brilho</i>	3,3 \pm 2,1 A	3,4 \pm 1,9 a	4,4 \pm 2,2 Ba	3,4 \pm 1,9 Aa	2,6 \pm 2,5 Aa	3,5 \pm 2,1 Aa	3,5 \pm 2,2 Aa
<i>Intensidade da Cor vermelha</i>	3,5 \pm 1,9 A	2,8 \pm 1,8 a	4,5 \pm 1,8 Bb	3,1 \pm 1,8 Aa	3,3 \pm 1,6 Aa	3,8 \pm 1,6 Ab	3,9 \pm 1,9 Ab
<i>Aroma característico de Mortadela</i>	4,1 \pm 2,2 A	4,3 \pm 2,5 a	4,6 \pm 2,1 Aa	4,8 \pm 2,3 Aa	4,5 \pm 2,3 Aa	4,6 \pm 2,1 Aa	4,3 \pm 2,2 Aa
<i>Sabor característico de Mortadela</i>	4,5 \pm 2,1 A	5,1 \pm 2,2 a	5,1 \pm 1,9 Aa	4,8 \pm 2,1 Aa	4,8 \pm 2,1 Aa	4,9 \pm 2,1 Aa	4,7 \pm 2,1 Aa
<i>Intensidade do Gosto salgado</i>	4,4 \pm 2,1 A	3,4 \pm 1,9 a	4,7 \pm 1,7Ab	3,8 \pm 2,0 Aa	3,8 \pm 1,8 Aa	4,3 \pm 2,0 Ab	3,9 \pm 1,7 Aa
<i>Dureza</i>	4,3 \pm 1,9 A	5,4 \pm 2,0 a	3,5 \pm 1,6 Ab	4,9 \pm 1,8 Aa	5,2 \pm 2,0 Ba	4,5 \pm 1,7 Ab	4,3 \pm 2,0 Ab
<i>Coesividade</i>	4,8 \pm 2,2 A	4,8 \pm 2,4 a	4,0 \pm 2,1 Aa	5,2 \pm 2,2 Aa	4,5 \pm 2,3 Aa	4,5 \pm 2,1 Aa	4,5 \pm 2,2 Aa
<i>Gomosidade</i>	4,9 \pm 2,2 A	6,3 \pm 2,0 a	5,2 \pm 2,1 Ab	6,1 \pm 2,0 Ba	6,0 \pm 2,0 Ba	5,3 \pm 2,0 Ab	5,1 \pm 2,2 Ab
<i>Adesividade</i>	3,3 \pm 1,9 A	3,4 \pm 1,9 a	3,6 \pm 1,8 Aa	3,2 \pm 2,0 Aa	3,2 \pm 1,8 Aa	3,4 \pm 1,7 Aa	3,7 \pm 1,6 Aa
<i>Mastigabilidade</i>	4,4 \pm 2,0 A	5,2 \pm 1,8 a	4,0 \pm 1,9 Ab	4,4 \pm 2,0 Aa	5,2 \pm 1,9 Ba	4,5 \pm 1,7 Aa	4,7 \pm 1,9Aa

FC1= formulação-controle; FC2 = substituição de 25% de toucinho por carne; F1= substituição de 25% de toucinho por 4% fibra solúvel e 0% de fibra insolúvel; F2= substituição de 25% de toucinho por 3% fibra solúvel e 1% de fibra insolúvel; F3 = substituição de 25% de toucinho por 2% fibra solúvel e 2% de fibra insolúvel; F4 = substituição de 25% de toucinho por 1% fibra solúvel e 3% de fibra insolúvel; F5 = substituição de 25% de toucinho por 0% fibra solúvel e 4% de fibra insolúvel.

Médias das formulações seguidas de uma mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

Médias das formulações seguidas de uma mesma letra minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

A análise da figura 10 mostra, entretanto, que a menor intensidade do brilho ocorre na formulação intermediária (F3), que apresenta igual teor de fibras solúveis e insolúveis; a partir deste ponto, o aumento na proporção de qualquer dos tipos de fibra tende a produzir uma mortadela com maior intensidade de brilho, especialmente ao se aumentar a proporção de FS. Isto é evidenciado pelo fato do modelo de regressão ajustado para o brilho ser o quadrático, onde as interações binárias foram estatisticamente significativas com valores de $b_{12}^*FS\ FI$ em que $b^* < 0$, indicando que as interações foram negativas de acordo com os coeficientes apresentados. Os sinais negativos anteriores aos coeficientes da equação revelam que se tratam de interações antagônicas, ou seja, que diminuem a intensidade deste atributo, indicando, assim, que a intensidade do brilho é reduzida quando são utilizadas misturas de fibras solúveis e insolúveis.

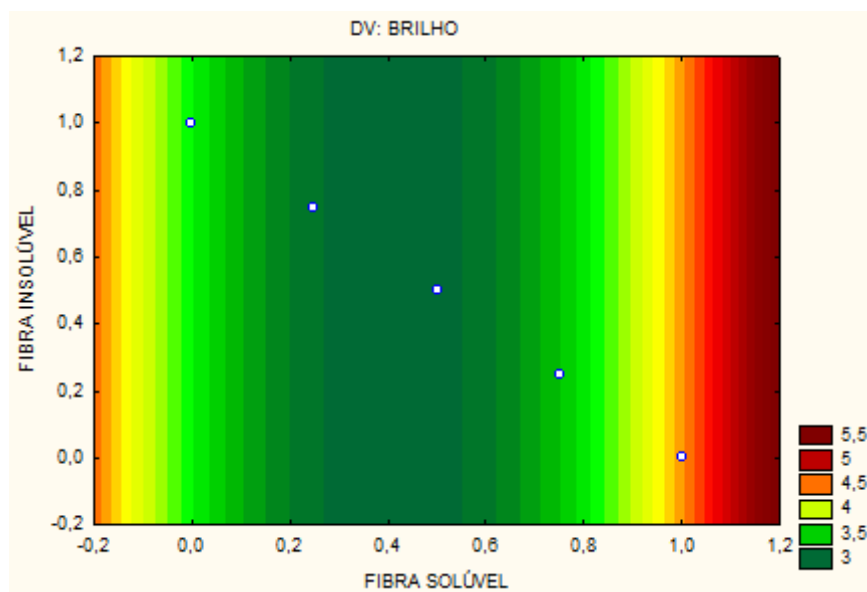


Figura 10 – Gráfico de contorno dos valores de escore sensorial para intensidade do brilho (3= fraco a 5,5 = forte) de mortadelas com substituição de 25 % de gordura por misturas de fibras e água em função das concentrações de fibras solúveis e insolúveis. Modelo ajustado de regressão: $\text{brilho} = 4,36.FS + 3,63.FI - 4,34.FSFI$. $R^2 = 0,79$.

A inulina, fibra solúvel utilizada neste experimento, tem sido relatada como uma fibra capaz de imitar as características em relação ao brilho dos produtos com alto teor de gordura (HUANG, TSAI & CHEN, 2011).

O uso de 4% de FS (F1) fez com que a intensidade da cor vermelha fosse maior ($P < 0,05$) inclusive que aquela da mortadela tradicional (FC1) (Tabela 6). Todas as demais misturas de fibras (F2 a F5) fizeram com que a intensidade da cor vermelha se tornasse similar ($P > 0,05$) àquela da mortadela FC1. A formulação F5 também apresentou ($P < 0,05$) intensidade de cor maior que aquela da FC2, o que, provavelmente, se deve ao fato de que fibras insolúveis adsorvem / ligam uma grande quantidade de água, levando à concentração (menor dissolução) do pigmento de mioglobina. Contraditoriamente, a formulação F4 apresentou intensidade da cor vermelha inferior à da mortadela formulada pela substituição de 25% de toucinho por carne (FC2).

Alguns autores (MÉNDEZ-ZAMORA et al., 2015; FERNÁNDEZ-GINÉS et al., 2006; BORTOLUZZI, 2009; BARRETTO, 2007) também evidenciaram alteração na coloração vermelha de produtos cárneos em que a gordura foi substituída por fibras alimentares.

Trabalhando com misturas de fibras hidratadas, Guimarães (2011) não constatou diferença ($P > 0,05$) nos valores da coordenada de cor vermelha (a^*) entre a mortadela controle e aquelas em que 25% de toucinho foram substituídos por 4% de misturas hidratadas de fibras solúveis e insolúveis; segundo ela, isto pode ser explicado pelo fato de que, à semelhança do toucinho, as fibras solúveis e insolúveis possuem baixos valores de a^* , e são bastante similares entre si ($a^* = 0,34$ a $0,37$ para as misturas de fibras e $a^* = 0,69$ para o toucinho). Assim, seria pouco provável que a substituição de toucinho pelas misturas de fibras usadas tivessem alguma influência expressiva na coordenada de cor vermelha (a^*), pelo que maior valor de a^* na formulação F1 que na FC1 não tem uma explicação física e talvez se deva a uma dificuldade dos provadores em diferenciar a intensidade de cor vermelha entre as formulações. Se a intensidade de cor vermelha tivesse que se alterar em função da adição de qualquer das fibras, na realidade isto deveria ser no sentido de redução da intensidade deste parâmetro de cor, já, segundo Guimarães (2011) o toucinho apresenta maiores valores de a^* que quaisquer das fibras usadas neste experimento.

A análise da Figura 11 mostra que a menor intensidade da cor vermelha também ocorre na formulação intermediária (F3), que apresenta igual teor de fibras solúveis e

insolúveis; a partir deste ponto, o aumento na proporção de qualquer dos tipos de fibra tende a produzir uma mortadela com maior intensidade de cor vermelha, especialmente ao se aumentar a proporção de FS.

Isto é evidenciado pelo fato do modelo de regressão ajustado para a cor vermelha ser o cúbico especial $b^{*112} X_1 X_1 X_2$, sendo a cor vermelha $b^{*} < 0$, indicando que as interações foram negativas de acordo com os coeficientes apresentados. Os sinais negativos anteriores aos coeficientes da equação revelam que se tratam de interações antagônicas, ou seja, que diminuem a intensidade deste atributo, indicando, assim, que a intensidade da cor vermelha é reduzida quando são utilizadas misturas de fibras solúveis e insolúveis.

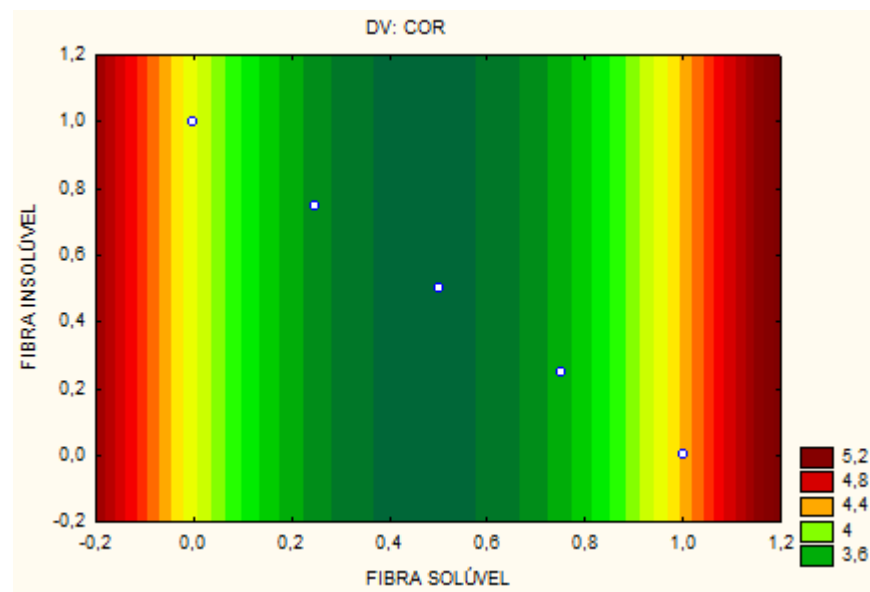


Figura 11 – Gráfico de contorno dos valores de escore sensorial para intensidade da cor vermelha (3,6 = fraco a 5,2 = forte) de mortadelas com substituição de 25 % de gordura por misturas de fibras e água em função das concentrações de fibras solúveis e insolúveis. Modelo ajustado de regressão: Intensidade da cor vermelha = $4,59 + 3,94 \text{ FS} + 1,14 \text{ FI} - 10,53 \text{ FSFI}$. $R^2 = 0,98$.

Interação entre tipos de fibras sobre os valores de a^* também foram relatados por Barretto (2007) em mortadelas formuladas sem gordura.

Em relação à intensidade do gosto salgado, foram encontradas diferenças ($P < 0,05$) entre a formulação FC2 (25% de substituição de toucinho por carne) e as formulações F1 e F4, sendo a FC2 a menos salgada (Tabela 6).

A Tabela 6 mostra que a substituição de 25% de toucinho por qualquer das misturas de fibras fez com que o gosto salgado se tornasse similar ($P > 0,05$) àquele da mortadela tradicional (FC1), anulando a perda do gosto salgado quando da substituição de toucinho por carne (Tabela 5). Isto talvez se deva ao fato de que, desde que se mantenha a concentração de proteína inalterada, a substituição de gordura por água, não altera a percepção de gosto salgado (RUUSUNEN, SIMOLIN & PUOLANNE, 2001). O gosto salgado das formulações F2, F3 e F5 foi similar ($P > 0,05$) àquele da formulação FC2, enquanto aquele da F1 foi maior ($P < 0,05$) e da F4 foi menor ($P < 0,05$).

O modelo de regressão ajustado para gosto salgado foi o cúbico especial $b^*_{112} X_1 X_1 X_2$, sendo $b^* < 0$, indicando que as interações foram negativas de acordo com os coeficientes apresentados. Os sinais negativos anteriores aos coeficientes da equação revelam que se tratam de interações antagonicas, ou seja, que diminuem a intensidade deste atributo, indicando, assim, que o gosto salgado é reduzido quando são utilizadas misturas de fibras solúveis e insolúveis.

A Figura 12 apresenta o comportamento das variáveis em relação ao escore sensorial para gosto salgado, indicando que o maior valor de escore ($P \leq 0,05$) é obtido na formulação F1 (4% de fibra solúvel e 0% de fibra insolúvel), a adição de qualquer dos tipos de fibra tende a produzir uma mortadela com menor gosto salgado, especialmente ao se aumentar a proporção de FI.

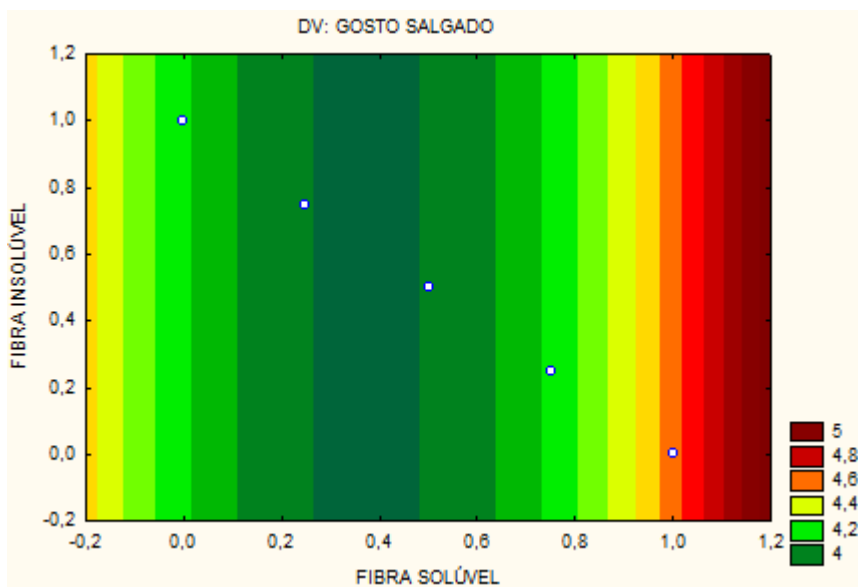


Figura 12 – Gráfico de contorno dos valores de escore sensorial para intensidade do gosto salgado (4 = fraco a 5 = forte) de mortadelas com substituição de 25 % de gordura por misturas de fibras e água em função das concentrações de fibras solúveis e insolúveis. Modelo ajustado de regressão: gosto salgado = 4,74. FS + 4,12. FI – 4,82 FS²FI. R²= 0,76.

De acordo com Rabe, Krings e Berger (2003), em produtos de altos teores de água livre, as moléculas de água se orientam em volta dos compostos hidrofóbicos formando uma estrutura tipo cristal de maior hidrofobicidade, diminuindo a intensidade do gosto percebido, devido uma competição entre as moléculas de sabor e os íons de água.

Quanto menor o teor de água livre, maior a intensidade do gosto salgado. Dessa forma, já era esperado que a formulação F1, contendo apenas fibras solúveis, apresentasse maior intensidade do gosto salgado, uma vez que esta é solubilizada, ou seja, se liga às moléculas de água reduzindo a água livre no sistema.

Em relação à dureza das mortadelas, exceto pela formulação F3 (2% de FS e 2% de FI), que se apresentou mais dura ($P < 0,05$) que a FC1 e não diferiu ($P > 0,05$) da FC2, todas as demais formulações baseadas na substituição de 25% de toucinho por mistura de fibras não diferiram ($P > 0,05$) da FC1 em relação a este atributo (Tabela 6). As formulações F1 (apenas FS), F4 (1% de FS e 3% de FI) e F5 (apenas FI) apresentaram ($P < 0,05$) dureza inferior à da FC2.

O fato da formulação FC2 ter apresentado maior dureza em relação às formulações F1, F4 e F5 se deve à substituição de gordura por carne, pois promove uma maior geleificação da massa devido ao aumento nas interações protéicas durante o processo de cozimento (JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 1995; YOUSSEF & BARBUT, 2009). Já as fibras podem ser facilmente empregadas como substitutas de gordura, pois possuem capacidade de absorver água, proporcionando características sensoriais similares ao produto convencional, (BISWAS et al., 2011; VIUDA-MARTOS et al., 2010; GARCÍA, CARCERES & SELGAS, 2006).

Guimarães (2011) verificou que a substituição de 25% de toucinho por fibras levou à obtenção de mortadelas mais duras que a mortadela-controle, e observou a mesma tendência de aumento na dureza ao se aumentar os níveis de FI.

A Figura 13 apresenta o comportamento das variáveis em relação ao escore sensorial para dureza, indicando que a maior dureza ocorre na formulação intermediária (F3), que apresenta igual teor de fibras solúveis e insolúveis; a partir deste ponto, o aumento na proporção de qualquer dos tipos de fibra tende a produzir uma mortadela com menor dureza, especialmente ao se aumentar a proporção de FS.

O atributo dureza é influenciado positivamente pela mistura de fibras empregadas no estudo, ou seja, quando empregadas juntas, as fibras apresentam capacidade de aumentar os valores desses atributos. Os modelos de regressão apresentados mostrou um bom ajuste com os dados experimentais ($R^2 = 0,99$).

A fibra solúvel de inulina promove na boca uma sensação semelhante à da gordura, por apresentar textura fina. Dessa forma, a formulação com maior teor de fibras solúveis apresentou menor dureza do que as formulações em que foram adicionados maiores concentrações de fibras insolúveis, pois aumentam a viscosidade da fase contínua.

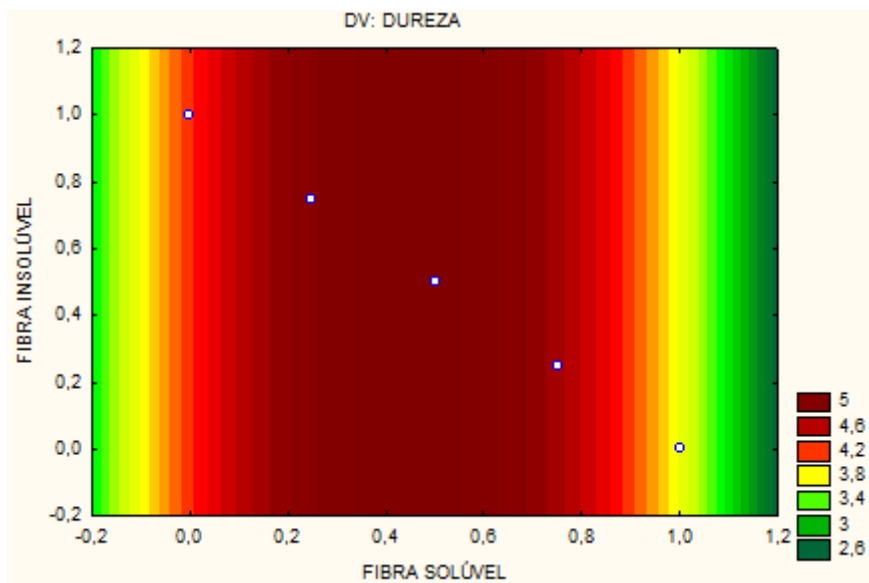


Figura 13 – Gráfico de contorno dos valores de escore sensorial para dureza (2,6 = fraco a 5=forte) de mortadelas com substituição de 25 % de gordura por misturas de fibras e água em função das concentrações de fibras solúveis e insolúveis. Modelo ajustado de regressão: $\text{dureza} = 3,58 \cdot \text{FS} + 4,31 \cdot \text{FI} - 0,46 \cdot \text{FSFI} + 10,20 \cdot \text{FS}^2\text{FI}$. $R^2 = 0,99$.

O aumento desse atributo nas mortadelas se deve à adição de fibras insolúveis (FI), pois são capazes de formar uma rede tridimensional insolúvel e cristalina capaz de modificar as propriedades reológicas da fase contínua de uma emulsão (COFRADES *et al.*, 2000, MORRIS, 2001), o que não ocorre com as fibras solúveis (HAULY & MOSCATTO, 2002).

Aumento nos parâmetros de dureza ao se substituir gordura por diferentes níveis de FI em pó (2,5%, 5,0% 7,5%) também foi observado por Selgas, Cáceres e Garcia (2005).

Em relação ao atributo coesividade não foram encontradas diferenças ($P > 0,05$) entre as mortadelas formuladas pela substituição de gordura por fibras solúveis e insolúveis (F1, F2, F3, F4 e F5) e a mortadela controle (FC1).

Betancourt (2014) não encontrou diferença ($P > 0,05$) na coesividade entre as formulações com substituição de toucinho por carne ou por misturas de fibras solúveis e insolúveis com a formulação-controle. Segundo a autora, tal resultado pode ter ocorrido

pelo fato que a quantidade de proteína disponível para formar a matriz géllica nas mortadelas é semelhante em todas as formulações.

O atributo coesividade foi ajustado de acordo com um modelo cúbico especial $b^*_{112} X_1 X_1 X_2$, sendo as interações positivas $b^* > 0$, ou seja, é influenciado positivamente pela mistura de fibras empregadas no estudo; quando empregadas juntas, as fibras apresentam capacidade de aumentar os valores desses atributos.

A Figura 14 apresenta o comportamento das variáveis em relação ao escore sensorial para coesividade, indicando que o maior valor ($P \leq 0,05$) de escore é obtido na formulação F3 (2% de fibra solúvel e 2% de fibra insolúvel). Semelhante ao que ocorre com a dureza, a maior coesividade ocorre na formulação intermediária (F3), que apresenta igual teor de fibras solúveis e insolúveis; a partir deste ponto, o aumento na proporção de qualquer dos tipos de fibra tende a produzir uma mortadela de menor coesividade, especialmente ao se aumentar a proporção de FS.

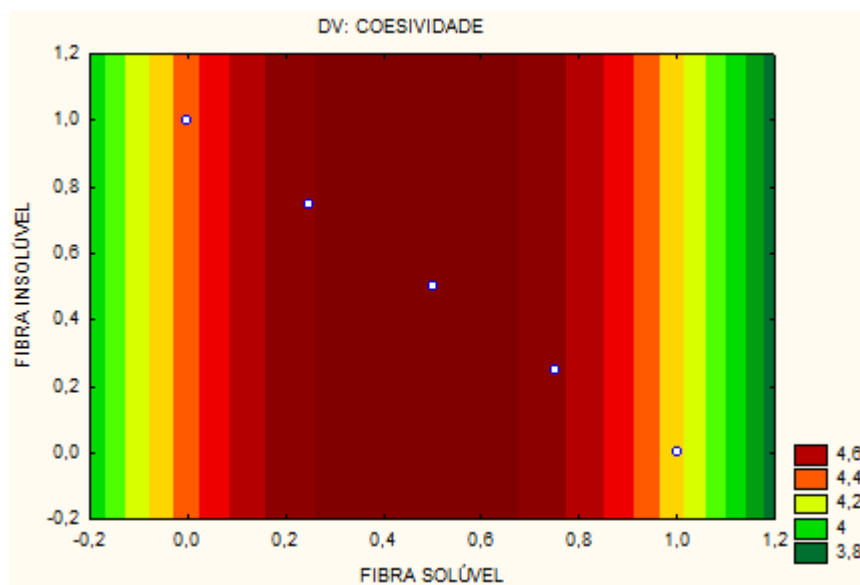


Figura 14 – Gráfico de contorno dos valores de escore sensorial para coesividade (3,8 = fraco a 4,6 = forte) de mortadelas com substituição de 25 % de gordura por misturas de fibras e água em função das concentrações de fibras solúveis e insolúveis. Modelo ajustado de regressão: $\text{Coesividade} = 4,06 \cdot \text{FS} + 4,41 \cdot \text{FI} + 5,08 \cdot \text{FS}^2 \cdot \text{FI}$. $R^2 = 0,56$.

Quando adicionadas fibras solúveis, as formulações apresentaram uma tendência à redução da coesividade, tal fato pode estar relacionado com a diminuição na proporção de fibras insolúveis, levando a considerar que a fibra insolúvel, à medida que foi adicionada, absorve maior quantidade de água e a proteína na fase contínua formou uma matriz proteica mais forte.

Tal aumento da coesividade nas mortadelas pode ser explicado por este ser o ponto em que o produto ainda mantém sua estrutura mesmo utilizando esta mistura de fibras solúveis e insolúveis (F3), a partir desta concentração, são gerados produtos com redes mais fracas e assim a redução nos valores de coesividade.

Quanto à gomosidade, as formulações F2 (3% FS e 1% FI) e F3 (2% de FS e 2% de FI) apresentaram ($P < 0,05$) valores superiores ao da FC1 e semelhantes ($P > 0,05$) ao da FC2, ou seja, as fibras quando empregadas juntas (solúveis e insolúveis) apresentam capacidade de aumentar os valores relacionados à textura (Tabela 6). Já as formulações F1, F4 e F5 apresentaram valores de gomosidade inferiores ($P < 0,05$) àqueles da FC2 e similares ($P > 0,05$) àqueles da FC1.

A substituição da gordura em mortadelas pode trazer alterações indesejáveis nas características sensoriais desses produtos. Um dos efeitos da redução de gordura é o aumento no teor de proteínas da massa, o que afeta o perfil de textura dos produtos emulsionados por promover uma maior geleificação da massa devido ao aumento nas interações proteicas durante cozimento. Desta forma, têm-se como resultado emulsões mais firmes e homogêneas, com maiores valores de dureza, gomosidade, coesividade e mastigabilidade (KEETON, 1994; JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 1996; YOUSSEF & BARBUT, 2009).

Huang, Tsai e Chen (2011) observaram aumento significativo dos parâmetros de TPA em embutido cárneo adicionado de 3,5% e 7% de fibras alimentares. Segundo os autores, a gomosidade das formulações adicionadas de fibra de trigo foram maiores ($P < 0,05$) que a formulação-controle (FC).

O atributo “gomosidade”, onde o modelo ajustado foi o quadrático, foi encontrado coeficiente $b^* > 0$, o que indica que interação foi positiva, ou seja, a interação

entre as fibras solúveis e insolúveis aumenta a gomosidade das mortadelas (Figura 15). Desta forma, os valores encontrados para tais atributos não são gerados somente pelos efeitos individuais dos componentes da mistura (fibra solúvel e fibra insolúvel), mas também pelos efeitos de interações binárias encontradas.

A Figura 15 apresenta o comportamento das variáveis em relação ao escore sensorial para gomosidade, indicando que o maior valor de escore é obtido na formulação F3 (2% de fibra solúvel e 2% de fibra insolúvel). A maior gomosidade ocorre na formulação intermediária (F3), que apresenta igual teor de fibras solúveis e insolúveis; a partir deste ponto, o aumento na proporção de qualquer dos tipos de fibra tende a produzir uma mortadela de menor gomosidade, especialmente ao se aumentar a proporção de FI.

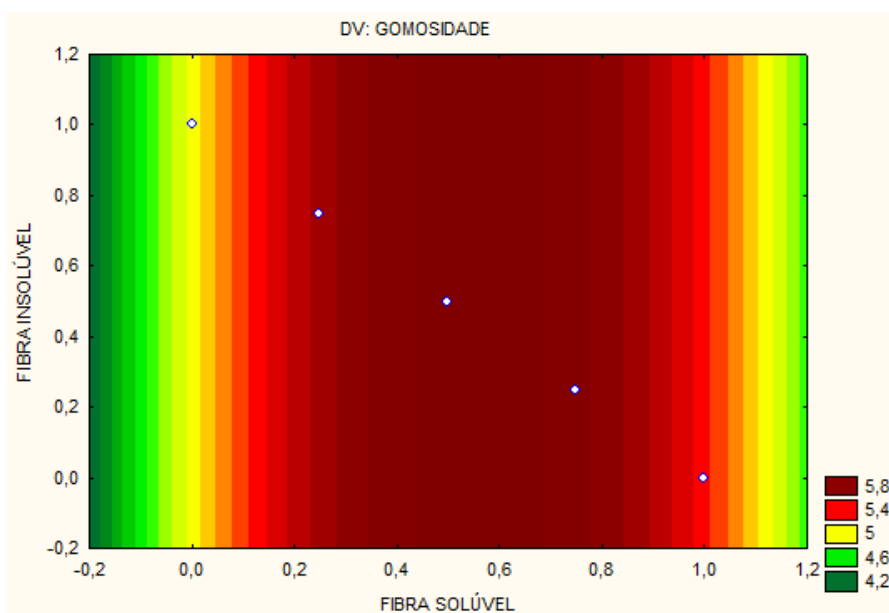


Figura 15 – Gráfico de contorno dos valores de escore sensorial gomosidade (4,2 = fraco a 5,8 = forte) de mortadelas com substituição de 25 % de gordura por misturas de fibras e água em função das concentrações de fibras solúveis e insolúveis. Modelo ajustado de regressão: Gomosidade = 5,41 FS + 4,93 FI + 2,94 FSFI. R²= 0,69.

Gomosidade, de acordo com a definição sensorial, é a densidade que persiste à mastigação de um pedaço de mortadela para que seja engolido (RAMOS & GOMIDE, 2009). Dessa forma, a gomosidade é um atributo relacionado à textura dos produtos e as

fibras apresentam capacidade de alterar a estrutura do alimento, por isto, a mistura de diferentes tipos de fibras ocasionou o aumento deste, de acordo com modelo ajustado ($P \leq 0,05$). Os diferentes níveis de fibras causaram alteração na gomosidade ($P \leq 0,05$) das mortadelas, sendo ela maior quando utilizadas misturas de fibras solúveis e insolúveis do que quando empregadas separadamente.

Em relação ao atributo adesividade não foram encontradas diferenças significativas entre as mortadelas formuladas pela substituição de gordura por fibras solúveis e insolúveis (F1, F2, F3, F4 e F5) e a mortadela controle (FC1).

Betancourt (2014) não encontrou diferença ($P > 0,05$) na adesividade entre as formulações com substituição de toucinho por carne ou por misturas de fibras solúveis e insolúveis com a formulação-controle. Segundo a autora, tal resultado pode ter ocorrido pelo fato que a quantidade de proteína disponível para formar a matriz gélica nas mortadelas é semelhante em todas as formulações.

Huang, Tsai e Chen (2011) observaram aumento significativo dos parâmetros de TPA em embutido cárneo adicionado de 3,5% e 7% de fibras alimentares. Segundo os autores, a adesividade das formulações adicionadas de fibra de trigo foram maiores ($P < 0,05$) que a formulação-controle (FC).

À semelhança do que aconteceu com o brilho, isto evidencia que o modelo de regressão ajustado para a adesividade é o quadrático, onde as interações binárias foram estatisticamente significativas com valores de $b_{12}^*FS FI$ em que $b^* < 0$, indicando que as interações foram negativas de acordo com os coeficientes apresentados. Os sinais negativos anteriores aos coeficientes da equação revelam que se tratam de interações antagônicas, ou seja, que diminuem a intensidade deste atributo, indicando, assim, que a adesividade é reduzida quando são utilizadas misturas de fibras solúveis e insolúveis.

Para o atributo adesividade (Figura 16), o modelo de regressão ajustado foi o quadrático, e tais interações binárias foram estatisticamente significativas com valores de $b_{12}^*FS FI$ em que $b^* < 0$, ou seja, as interações foram negativas de acordo com os coeficientes apresentados. Os sinais negativos anteriores aos coeficientes da equação revelam que se tratam de interações antagônicas, ou seja, que diminuem a intensidade

desse atributo. Indicando assim que a adesividade são reduzidas quando utilizadas misturas de fibras solúveis e insolúveis

A Figura 16 apresenta o comportamento das variáveis em relação ao escore sensorial para adesividade, indicando que o maior valor de escore é obtido na formulação F5 (0% de fibra solúvel e 4% de fibra insolúvel). A menor adesividade ocorre na formulação intermediária (F3), que apresenta igual teor de fibras solúveis e insolúveis; a partir deste ponto, o aumento na proporção de qualquer dos tipos de fibra tende a produzir uma mortadela de maior adesividade, especialmente ao se aumentar a proporção de FI.

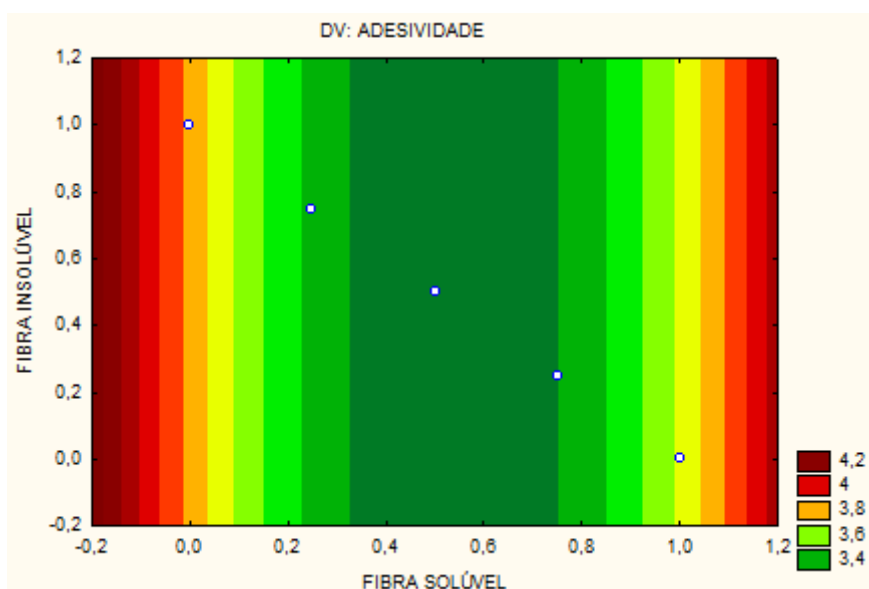


Figura 16 – Gráfico de contorno dos valores de escore sensorial para adesividade (3,4 = fraco a 4,2 = forte) de mortadelas com substituição de 25 % de gordura por misturas de fibras e água em função das concentrações de fibras solúveis e insolúveis. Modelo ajustado de regressão: adesividade = 3,56. FS + 3,80.FI – 1,88. FSFI. R²= 0,97.

De acordo com Campos (1989), a adesividade se refere à energia necessária para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e a de outros materiais com os quais os alimentos entram em contato. No caso de mortadelas, o ideal é que este parâmetro não seja elevado, uma vez que este produto deve se caracterizar como de superfície lisa e firme, sem aderência.

Quanto à mastigabilidade, apenas a formulação F3 (2% FS e 2% FI) diferiu ($P < 0,05$) da FC1, levando ao aumento da mastigabilidade. Como já era esperado, a mastigabilidade de F3 foi maior que aquelas observadas para as demais formulações, visto que a mastigabilidade é uma grandeza obtida pelo produto das outras três grandezas avaliadas, das quais também apresentou diferença na dureza da formulação F3. Apenas a F1 diferiu ($P < 0,05$) da FC2, anulando o efeito, observado na tabela 5, de aumento na mastigabilidade ao se substituir 25% de toucinho por carne.

Huang, Tsai e Chen (2011) observaram aumento significativo dos parâmetros de TPA em embutido cárneo adicionado de 3,5% e 7% de fibras alimentares. Segundo os autores, a mastigabilidade das formulações adicionadas de fibra de trigo foram maiores ($P < 0,05$) que a formulação-controle (FC).

O atributo mastigabilidade foi influenciado positivamente pela mistura de fibras empregadas no estudo, ou seja, quando empregadas juntas, as fibras apresentam capacidade de aumentar os valores desses atributos. Os modelos de regressão apresentados mostrou um bom ajuste com os dados experimentais ($R^2 = 0,95$).

A Figura 17 mostra o comportamento das variáveis em relação ao escore sensorial para mastigabilidade indicando que os maiores valores ($P \leq 0,05$) de escore foram obtidos nas formulações F3 (2% de fibra solúvel e 2% de fibra insolúvel) e F4 (1% de fibra solúvel e 3% de fibra insolúvel). A partir destes pontos, o aumento na proporção de qualquer dos tipos de fibra tende a produzir uma mortadela de menor mastigabilidade, especialmente ao se aumentar a proporção de FS. O modelo ajustado foi quártico especial $b_{1122}^* FS FI FSFI$ em que $b^* > 0$, logo, a interação foi positiva, revelando que tal interação aumenta a intensidade deste atributo, ou seja, a mistura de fibras solúveis e insolúveis leva a um aumento dos escores sensoriais.

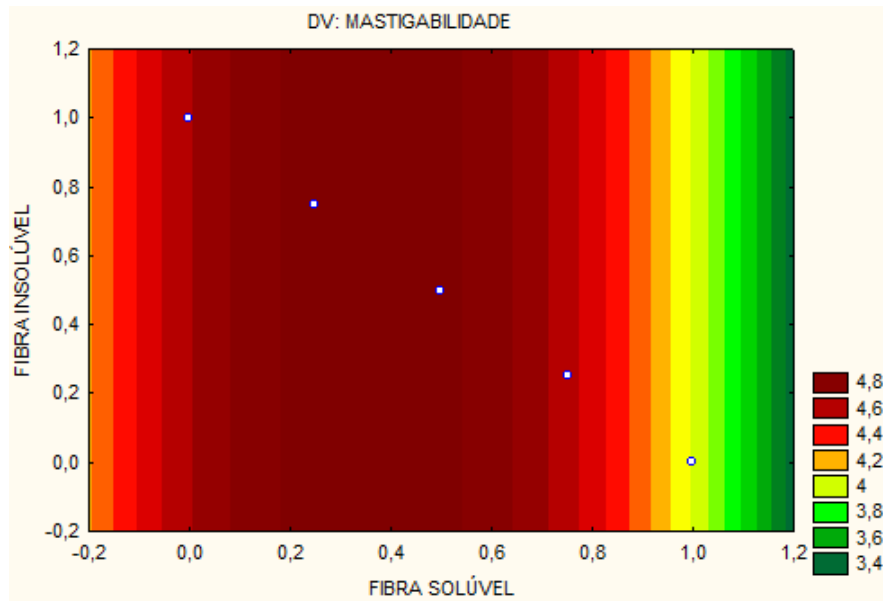


Figura 17 – Gráfico de contorno dos valores de escore sensorial para mastigabilidade (3,4= fraco a 4,8 =forte) de mortadelas com substituição de 25 % de gordura por misturas de fibras e água em função das concentrações de fibras solúveis e insolúveis. Modelo ajustado de regressão: Mastigabilidade = 4,05. FS + 4,68. FI - 8,17. FSFI +47,61. FS²FI. R²= 0,95.

No ponto de vista sensorial, mastigabilidade é o número de mordidas necessárias para se mastigar um alimento a uma força constante, a fim de reduzi-la a uma consistência aceitável para que seja engolida (RAMOS & GOMIDE, 2009). Portanto, por estar relacionada à textura das mortadelas, um resultado similar à dureza e à coesividade das mortadelas foi encontrado para classificar essas formulações quanto à mastigabilidade.

Quando adicionadas fibras insolúveis, as formulações apresentaram uma tendência ao aumento da mastigabilidade, tal fato pode estar relacionado com a diminuição na proporção de fibras solúveis, levando a considerar que a fibra insolúvel absorveu maior quantidade de água e a proteína na fase contínua formou uma matriz proteica mais forte.

As fibras proporcionarão aos alimentos características de acordo com suas propriedades. Em um estudo com substituição de gordura por fibras de trigo, aveia e

inulina, Barretto (2007) verificou uma contribuição para aumento da mastigabilidade em mortadelas.

Em relação aos atributos sabor e aroma característicos não foram encontradas diferenças significativas entre as mortadelas formuladas pela substituição de gordura por fibras solúveis e insolúveis (F1, F2, F3, F4 e F5) e a mortadela tradicional (FC1). Como são características oriundas da condimentação com cloreto de sódio e especiarias e de reações que ocorrem durante o cozimento, como a reação de Maillard e a oxidação e degradação de lipídios (MOTTRAM, 1998; FRANCK, 2002; CYRINO & BARRERRO, 2006), a ausência de diferença entre as formulações com substituição de gordura por fibras solúveis e insolúveis (F1 a F5) e a mortadela tradicional (FC1) nestes parâmetros era esperada. Isto se deve ao fato de que todas estas formulações possuem o mesmo teor de sal e condimentação. Além disso, as fibras possuem odor e sabor neutro e não possuem gosto residual fazendo com que os diferentes níveis de fibras não apresentassem interferência no aroma e no sabor característico de mortadela (BISWAS et al., 2011; GARCÍA, CARCERES & SELGAS, 2006). A única possibilidade para alteração no sabor e no aroma seria se as fibras solúveis se comportassem como açúcar redutor, contribuindo para a reação de Maillard, o que não é o caso (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2014).

Na formulação F1 (fibra solúvel 4% e fibra insolúvel 0%) foram encontrados os maiores escores para intensidade do gosto salgado, da cor vermelha e do brilho e menor dureza, indicando assim, que tal formulação é de grande interesse sensorial, uma vez que esses atributos estão relacionados à aparência, ao sabor e à textura dos alimentos. Apesar da formulação F1 diferir da formulação controle ($P \leq 0,05$) em alguns atributos, deve-se avaliar quais são de grande interesse dos consumidores, pois, às vezes, seria mais interessante produzir mortadelas sensorialmente agradáveis do que um produto que seja, simplesmente, similar à mortadela comercial.

As formulações baseadas na substituição de toucinho por maiores concentrações de fibra insolúvel (F4 e F5) foram aquelas que não diferiram ($P > 0,05$) da formulação tradicional de mortadela (FC1). Dessa forma, os resultados indicam que a fibra insolúvel de trigo é mais indicada para a substituição de gordura quando se deseja

produzir uma mortadela similar à comumente comercializada e com características nutricionais interessantes.

4.2.1.4. Análise dos Componentes Principais (ACP) das formulações de mortadela

Na Análise de Componentes Principais (Figura 18), a explicação dos dois primeiros componentes principais juntos foi 85,55%, dessa forma, as duas primeiras dimensões foram suficientes para a representação gráfica e interpretação dos resultados. O mapa representa o perfil sensorial dos produtos, identificando os atributos de maior importância na caracterização de cada uma das formulações. Os atributos sensoriais brilho, gomosidade e aroma e sabor característicos apresentaram correlação com o primeiro componente principal ($P \leq 0,05$).

O mapa descritivo (ACPs) obtido na caracterização sensorial das mortadelas mostrou que, um elevado percentual (73,46%) da variabilidade total dos dados foi explicada pelo primeiro componente principal. Dessa forma, uma dimensão foi considerada referência na representação gráfica para melhor interpretação dos resultados (Figura 18).

Os atributos gomosidade, dureza, coesividade e mastigabilidade apresentaram correlação positiva com o primeiro componente e, portanto, influenciam em maior intensidade nas formulações de mortadela FC2, F2 e F3 (Figura 18).

A FC2 é a formulação em que foi realizada a substituição de 25% de toucinho por carne magra, ou seja, com o aumento do teor de proteínas na fase contínua das emulsões aumenta a força de gel e, conseqüentemente, passa a ser correlacionada positivamente com a dureza, a coesividade, a gomosidade e a mastigabilidade. Tal fato se deve à maior área ocupada pela matriz proteica, que amplia o número de ligações cruzadas intermoleculares entre as proteínas (BREWER et al., 2005).

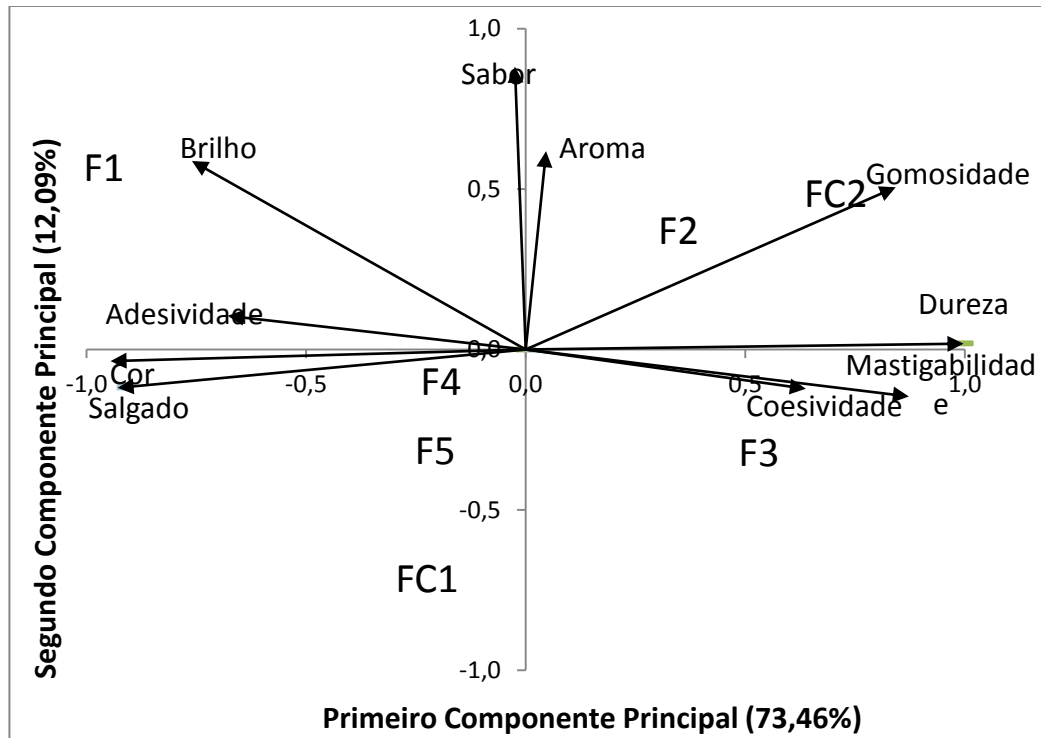


Figura 18. Análise dos Componentes Principais (ACP) das formulações de mortadela.

Cor: intensidade da cor vermelha; Salgado: intensidade do gosto salgado; FC1= formulação-controle; FC2 = 25% de substituição de toucinho por carne; F1= 25% de substituição de toucinho por 4% fibra solúvel e 0% de fibra insolúvel; F2= 25% de substituição de toucinho por 3% fibra solúvel e 1% de fibra insolúvel; F3 = 25% de substituição de toucinho por 2% fibra solúvel e 2% de fibra insolúvel; F4 = 25% de substituição de toucinho por 1% fibra solúvel e 3% de fibra insolúvel; F5 = 25% de substituição de toucinho por 0% fibra solúvel e 4% de fibra insolúvel;

Nas formulações F2 e F3 a gordura é substituída por misturas de fibras solúveis e insolúveis e tal mistura pode influenciar nas características do produto, apresentando maior correlação com os atributos sensoriais dureza, coesividade, gomosidade e mastigabilidade (Figura 18). A correlação dessas formulações com atributos relacionados à textura das mortadelas pode ser relacionada com a diminuição na proporção de fibras solúveis, levando a considerar que a fibra insolúvel, à medida que foi adicionada, absorveu maior quantidade de água e a proteína na fase contínua formou uma matriz proteica mais forte.

Mesmo que a fibra insolúvel apresente a capacidade de formar uma rede tridimensional insolúvel e cristalina capaz de modificar as propriedades reológicas da fase contínua de uma emulsão (COFRADES et al., 2000), houve redução na dureza, na

coesividade, na gomosidade e na mastigabilidade das formulações de mortadelas F4 e F5, nas quais a proporção de fibras insolúveis é maior, aproximando das características da mortadela controle (FC1) (Figura 18). Entretanto, esperava-se que tais formulações apresentassem correlação com os atributos de textura, uma vez que a fibra absorve maior quantidade de água levando a formação um gel protéico mais firme.

Os atributos brilho, cor, adesividade e gosto salgado correlacionaram negativamente com o primeiro componente e tenderam a caracterizar as formulações FC1, F1, F4 e F5. A FC1 é a formulação controle, por isso, maior intensidade desses atributos que já eram esperados devido a presença da gordura nesses produtos (JIMENEZ-COLMENERO, 1996; COFRADES et al., 2000; JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000; VENTANAS, PUOLANNE; TUORILA, 2010).

Aroma e sabor característicos estão correlacionados somente com o segundo componente principal, apresentando pouca importância para a caracterização sensorial das mortadelas, uma vez que o segundo componente principal explica somente 12,09% da variação dos dados.

4.2.2. Aceitação sensorial das mortadelas formuladas com fibras solúveis e insolúveis

Não houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre as formulações em que foram adicionadas fibras (F1, F2, F3, F4 e F5). Como os consumidores não foram treinados teve-se como resultado altos coeficientes de variação entre as formulações para impressão global (Tabela 7). O fato pode ser explicado pela subjetividade da caracterização e discriminação sensorial das formulações de mortadela por parte dos consumidores, ocasionando uma variação alta entre as amostras.

Tabela 7. Valores (médias \pm desvios-padrão) e coeficiente de variação (C.V.) dos escores de aceitação quanto à impressão global das mortadelas controle (FC1), de mortadelas formuladas pela substituição de 25% de toucinho por carne (FC2) e por misturas de fibras solúveis e insolúveis e água (F1, F2, F3, F4 e F5)

Formulações	Médias	CV(%)
FC1	1,7 \pm 1,7	125
FC2	1,4 \pm 1,6	114
F1	1,4 \pm 1,6	113
F2	1,4 \pm 1,6	116
F3	1,1 \pm 1,6	141
F4	0,9 \pm 1,8	193
F5	1,2 \pm 1,9	165

FC1= formulação-controle;FC2 = 25% de substituição de toucinho por carne; F1= 25% de substituição de toucinho por 4% fibra solúvel e 0% de fibra insolúvel; F2= 25% de substituição de toucinho por 3% fibra solúvel e 1% de fibra insolúvel; F3 = 25% de substituição de toucinho por 2% fibra solúvel e 2% de fibra insolúvel; F4 = 25% de substituição de toucinho por 1% fibra solúvel e 3% de fibra insolúvel; F5 = 25% de substituição de toucinho por 0% fibra solúvel e 4% de fibra insolúvel. Os consumidores utilizaram a escala hedônica de nove pontos variando de -4 (" desgostei extremamente ") para +4 (" gostei extremamente ")'.
'

As notas de aceitação para impressão global ficaram compreendidas em torno do escore 1 ('gostei ligeiramente'), indicando que, apesar da substituição da gordura, as formulações de mortadela apresentaram boa aceitação quando adicionadas de fibras funcionais.

Guimarães (2011) encontrou como resultado em seu trabalho que, onde as formulações em que toucinho foi substituído por água e teores mais elevados de fibras solúveis (FS/FI > 1), o sabor das mortadelas foi mais apreciado do que aquele da mortadela-controle (FC).

Huang, Tsai e Chen (2011) investigaram o efeito de fibras (de trigo, de aveia e inulina) sobre a qualidade sensorial em embutidos chineses. A adição de fibra de trigo e

fibra de aveia tornou as linguiças mais duras. Na aceitação global, apenas aqueles com 7% de fibra de trigo receberam pontuação inferior a 6 pontos (“gostei ligeiramente”), sendo o maior escore (7,6) obtido para a formulação em que foi utilizada fibra de aveia (3,5%).

No Mapa de Preferência Interno (Figura 19), o primeiro componente principal explicou 24,34% e o segundo 20,55%, totalizando, portanto, 44,89% da variância entre as sete formulações de mortadelas quanto à aceitação em relação à impressão global.

A dispersão dos consumidores pelo mapa de preferência, indicou que houve formação de grupos que preferiam amostras distintas, sugerindo a formação de quatro grupos de acordo com a aceitação sensorial, sendo um grupo formado pelas formulações FC2 e F5 (primeiro quadrante), outro formado pelas formulações FC1, F2 e F1 (segundo quadrante), um terceiro grupo formado pela formulação F4 (terceiro quadrante) e um último grupo constituído pela formulação F3.

Os consumidores são indicados no mapa por meio de pontos onde cada abscissa e ordenada de um ponto é, respectivamente, a correlação linear entre o consumidor e os componentes principais. A diferença na aceitação das diferentes formulações é indicada pela correlação dos consumidores com pelo menos um dos componentes. Dessa forma, os consumidores localizados na região central do gráfico não conseguiram discriminar as formulações de mortadela, pois não estão correlacionados com nenhum dos dois componentes principais.

Como se pode observar na Figura 19, foram muitos os consumidores que se localizaram na região central, indicando que as formulações de mortadela não diferiram em relação à impressão global. Os consumidores se localizam no mapa próximos as formulações que eles gostaram. Desta forma, as formulações FC1, FC2, F2 e F1 apresentaram maior aceitação, mesmo essa diferença não sendo significativa ($P > 0,05$), pois a maior parte dos consumidores se localizou próximo a estas formulações. As formulações de mortadela F3, F4 e F5 (situadas no quarto, terceiro e primeiro quadrante) não foram bem aceitas pelos consumidores em relação à impressão global.

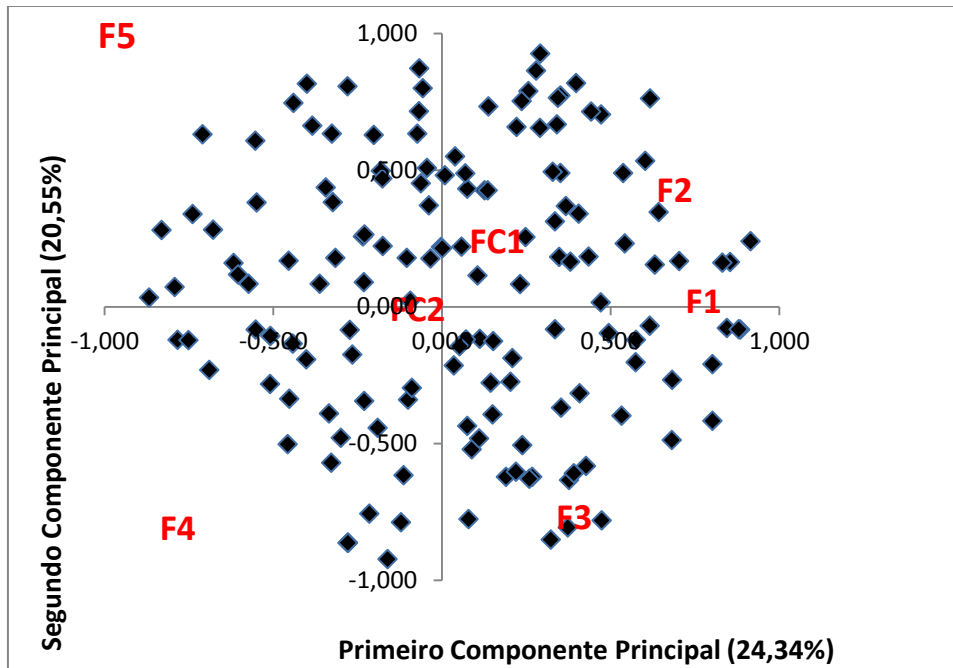


Figura 19. Representação gráfica das formulações de mortadela e dos consumidores em relação aos dois componentes principais quanto à impressão global.

FC1= formulação-controle; FC2 = 25% de substituição de toucinho por carne; F1= 25% de substituição de toucinho por 4% fibra solúvel e 0% de fibra insolúvel; F2= 25% de substituição de toucinho por 3% fibra solúvel e 1% de fibra insolúvel; F3 = 25% de substituição de toucinho por 2% fibra solúvel e 2% de fibra insolúvel; F4 = 25% de substituição de toucinho por 1% fibra solúvel e 3% de fibra insolúvel; F5 = 25% de substituição de toucinho por 0% fibra solúvel e 4% de fibra insolúvel;

Na análise dos resultados, a seleção do modelo que explicou o efeito de fibra solúvel e fibra insolúvel nas características sensoriais das mortadelas com substituição de gordura se deu a partir do modelo linear, dado por:

$$\text{Impressão global} = 1,41 \text{ FS} + 1,03 \text{ FI} \quad R^2 = 54,28$$

Os modelos foram testados quanto à falta de ajuste e significância dos parâmetros da regressão. Os efeitos de segundo grau e a interação não foram significativos ($P > 0,05$) pelo teste t.

A Figura 20 mostra o comportamento da variável resposta (escore sensorial para impressão global) para diversas combinações das variáveis independentes (fibra solúvel e fibra insolúvel), indicando que o maior valor de escore é obtido com a adição de 4%

de fibra solúvel e 0% de fibra insolúvel. O escore sensorial para impressão global apresenta redução com o aumento na adição de fibra insolúvel nas formulações de mortadela, sendo a condição menos favorável à aceitação dos consumidores.

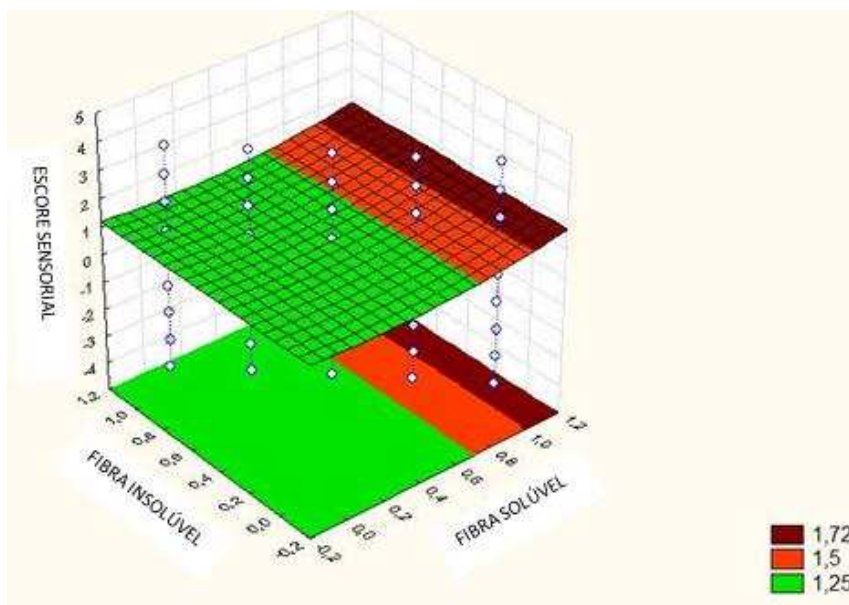


Figura 20 – Superfície de resposta para os valores de escore sensorial para impressão global de mortadelas com substituição de 25 % de gordura por misturas de fibras e água em função das concentrações de fibras solúveis e insolúveis. ■ Faixa de escores médios esperados < 1,25; ■ Faixa de escores médios esperados entre 1,25 e 1,5; ■ Faixa de escores médios esperados entre 1,5 e 1,72.

A partir do momento em que as formulações são adicionadas de fibras insolúveis, há uma tendência para a redução da aceitação. Tal fato se deve à adsorção de água pelas fibras insolúveis, o que pode ter causado aumento da dureza em função da formação de uma rede tridimensional insolúvel e cristalina (COFRADES et al., 2000). Além disso, as fibras insolúveis apresentam influencia na textura dos produtos, em virtude da sua capacidade de retenção de água e das propriedades de intumescimento (THEBAUDIN et al., 1997).

Foi constatada uma tendência à maior aceitação pela formulação F1, onde a gordura foi substituída apenas por fibra solúvel e água. Por apresentarem textura fina, as fibras solúveis promovem na boca uma sensação semelhante à gordura. Além disso, a inulina tem sido relatada como uma fibra capaz de imitar as características, também, em

relação ao brilho dos produtos com alto teor de gordura (HUANG, TSAI & CHEN, 2011).

García, Cáceres e Selgas (2006) avaliaram o uso de inulina, em pó e na forma de gel, como ingrediente funcional em mortadelas. Mortadelas elaboradas com níveis de fibra superiores a 5% tiveram menor aceitabilidade, principalmente as elaboradas com adição da fibra na forma de pó.

4.2.3. Check All That Apply

Na Tabela 8 é apresentada a frequência (%) em que cada termo descritivo aparece para as 7 formulações de mortadela (FC1: sem redução do teor de gordura sem adição de fibras; FC2 com substituição de 25% de toucinho por carne e formulações com a substituição de 25% de toucinho por água e 4% de misturas de fibras solúveis e insolúveis F1, F2, F3, F4 e F5).

Tabela 8. Frequência (%) em que cada termo descritivo foi indicado para as mortadelas controle (FC1), mortadelas formuladas pela substituição de 25% de toucinho por carne (FC2) e por misturas de fibras solúveis e insolúveis e água (F1, F2, F3, F4 e F5).

Atributo	FC1	FC2	F1	F2	F3	F4	F5
Cor rosa	34,67	24,67	33,33	38,67	34,00	37,33	21,33
Cor rosa escura	12,00	20,00	14,00	4,00	8,00	6,00	22,00
Cor vermelha	2,00	2,00	4,67	1,33	1,33	0,67	8,00
Cor marrom	12,00	10,67	10,67	7,33	10,00	7,33	8,67
Odor rançoso	4,67	4,00	3,33	4,67	4,67	4,00	4,67
Sabor rançoso	6,00	3,33	2,00	4,00	3,33	5,33	4,00
Sabor ruim	4,00	6,00	8,00	5,33	5,33	9,33	8,67
Sem tempero	8,67	8,00	6,00	16,00	14,67	13,33	8,67
Gosto salgado	18,00	21,33	19,33	16,67	12,00	18,67	22,00

Sabor de carne	32,00	33,33	34,00	29,33	29,33	28,67	33,33
Aparência saudável	26,00	25,33	28,00	29,33	22,67	23,33	20,00
Suculência	26,00	19,33	21,33	18,67	14,00	14,67	16,00
Textura seca	6,00	5,33	7,33	12,67	21,33	22,67	12,00
Textura emborrachada	13,33	11,33	13,33	16,67	18,67	16,00	10,67
Presença de poros	26,67	32,00	36,00	29,33	23,33	30,67	34,00
Textura lisa	10,67	14,00	6,67	12,00	18,67	8,00	7,33
Textura característica	16,00	19,33	18,00	18,67	10,00	12,00	16,67
Textura arenosa	16,67	12,00	19,33	11,33	10,00	23,33	19,33
Macia	44,00	44,67	42,00	38,67	28,67	31,33	41,33
Dura	2,67	5,33	6,67	9,33	18,00	10,67	6,00

FC1= formulação-controle;FC2 = 25% de substituição de toucinho por carne; F1= 25% de substituição de toucinho por 4% fibra solúvel e 0% de fibra insolúvel; F2= 25% de substituição de toucinho por 3% fibra solúvel e 1% de fibra insolúvel; F3 = 25% de substituição de toucinho por 2% fibra solúvel e 2% de fibra insolúvel; F4 = 25% de substituição de toucinho por 1% fibra solúvel e 3% de fibra insolúvel; F5 = 25% de substituição de toucinho por 0% fibra solúvel e 4% de fibra insolúvel;

Além disso, para identificar as relações entre os termos descritivos selecionados para cada amostra pelo teste CATA, foi confeccionado um mapa descritivo (ACPs) (Figura 21). A explicação dos dois primeiros componentes principais juntos foi de 77,48 %. Assim sendo, na interpretação dos resultados são utilizadas apenas as duas primeiras dimensões.

Os termos descritivos “aparência saudável”, “suculência”, “cor vermelha”, “gosto salgado”, “cor rosa escura”, “textura arenosa”, “sabor ruim”, “macia”, “textura característica”, “cor marrom”, “sabor de carne” e “presença de poros” apresentaram correlação positiva com o primeiro componente e, portanto, se apresentam em maior intensidade nas formulações de mortadela FC1, FC2, F1 e F5 (Figura 21).

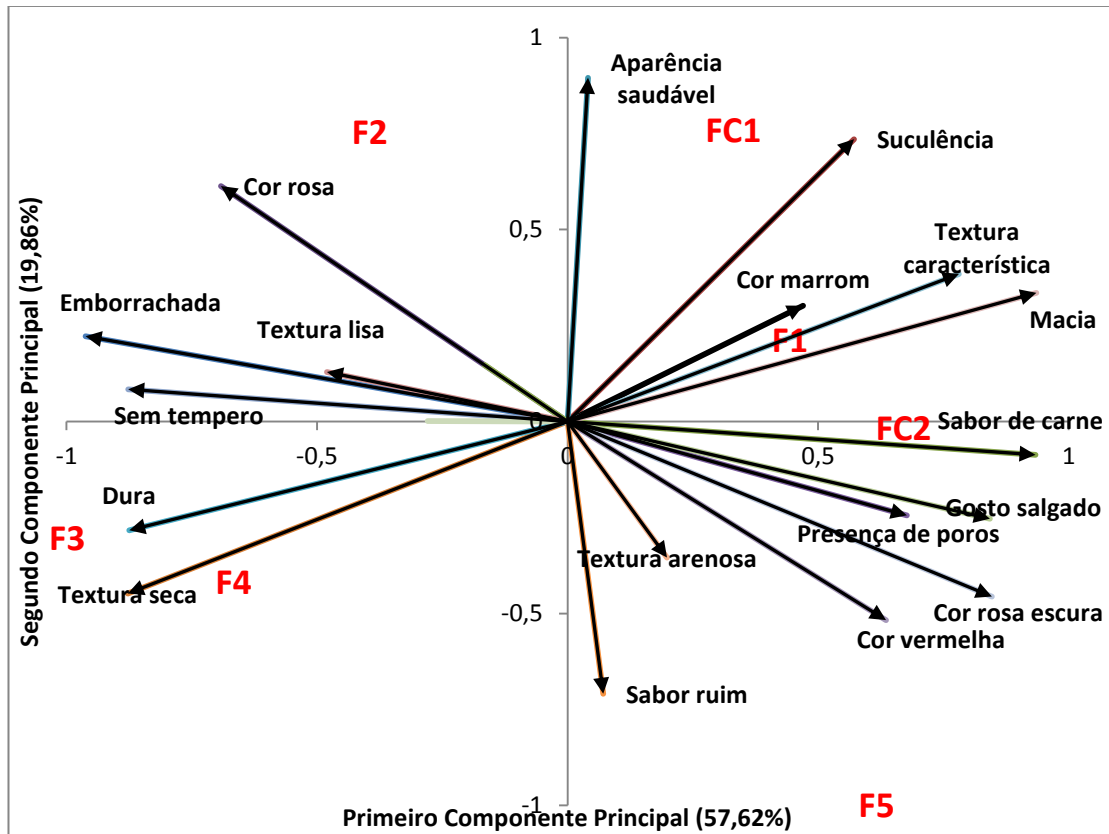


Figura 21. Mapa sensorial obtido pela Análise de Componentes Principais.

FC1= formulação-controle;FC2 = 25% de substituição de toucinho por carne; F1= 25% de substituição de toucinho por 4% fibra solúvel e 0% de fibra insolúvel; F2= 25% de substituição de toucinho por 3% fibra solúvel e 1% de fibra insolúvel; F3 = 25% de substituição de toucinho por 2% fibra solúvel e 2% de fibra insolúvel; F4 = 25% de substituição de toucinho por 1% fibra solúvel e 3% de fibra insolúvel; F5 = 25% de substituição de toucinho por 0% fibra solúvel e 4% de fibra insolúvel;

A substituição de 25% de toucinho por carne (FC2) gerou mortadelas com textura similar àquelas em que o toucinho foi substituído apenas por fibras solúveis ou insolúveis (F1 e F5). Portanto, a matriz gélica obtida na formulação FC2 apresenta características similares àquelas geradas pelas fibras alimentares, principalmente por fibras insolúveis, onde as características se devem à adsorção, e consequente intumescimento de água (COFRADES et al., 2000).

Vale ressaltar, que a formulação controle (FC1), onde há adição de gordura, está relacionada diretamente com “suculência”, “textura característica”, “aparência saudável” e “maciez”, sendo este resultado esperado diante da adição da gordura nos produtos cárneos (JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 1996; COFRADES et al., 2000;

JIMÉNEZ-COLMENERO, 2000; VENTANAS, PUOLANNE; TUORILA, 2010). A formulação F1 é a mortadela que há a substituição de 25% da gordura por fibras solúveis (4,0%) e água, e como já visto, as fibras solúveis proporcionam aos produtos características similares à gordura, por isso, as duas formulações estão relacionadas aos mesmos termos descritivos.

A formulação com substituição de 25% de toucinho por carne magra (FC2) apresentou correlacionada com algumas características ligadas à cor das mortadelas como “cor vermelha”, “cor rosa escura” e “cor marrom”. O fato pode ser explicado, pois a redução no teor de gordura leva à concentração de pigmentos de mioglobina, proteína responsável pela pigmentação da carne, na massa cárnea, gerando produtos de coloração mais forte/escuro (ANDRÈS, ZARITZKY & CALIFANO, 2006; GUIMARÃES, 2011).

Já os atributos “cor rosa”, “textura lisa”, “textura emborrachada”, “textura seca”, “dura” e “sem tempero” correlacionaram negativamente com o primeiro componente e, portanto, tenderam a caracterizar as formulações F2, F3 e F4 (Figura 21). Estas amostras apresentam em sua composição a substituição de gordura por mistura de fibras solúveis e insolúveis, levando a um resultado que, quando usadas juntas, as fibras desempenham um papel contrário, fazendo com que as mortadelas apresentem textura dura e seca.

As formulações F2, F3 e F4 apresentam em sua composição fibras solúveis e insolúveis, então, tal relação com o atributo “textura lisa” já era esperado no trabalho, pois a presença de inulina promove na boca uma sensação semelhante à da gordura, por apresentarem textura fina (COFRADES et al., 2000). O termo “sem tempero” é usado para caracterizar as formulações em que foram utilizadas misturas de fibras solúveis e insolúveis, a interação dessas atuou de forma a reduzir o sabor dos condimentos utilizados.

5. CONCLUSÃO

Os atributos dureza, coesividade, gomosidade e mastigabilidade foram característicos de algumas formulações. Quando comparadas as formulações FC1 e FC2, estas se diferenciaram quanto a intensidade da cor vermelha e do gosto salgado, dureza, gomosidade e mastigabilidade. A mortadela onde foi realizada a substituição de 25% de toucinho por carne magra (FC2) teve como resultado uma mortadela mais firme e coesa.

Todas as formulações de mortadelas elaboradas no experimento apresentaram boa aceitação. Porém, foi constatada uma tendência à maior aceitação pela formulação F1, onde a gordura foi substituída apenas por fibra solúvel e água. Os termos sensoriais que menos apareceram no CATA a fim de descrever as formulações utilizadas no presente trabalho foram cor vermelha, odor e sabor de ranço

A formulação F1 (fibra solúvel 4% e fibra insolúvel 0%), onde foram encontrados os maiores escores para intensidade do gosto salgado, da cor vermelha e do brilho e menor dureza, indicando assim, que tal formulação é de grande interesse sensorial, uma vez que esses atributos estão relacionados à aparência, ao sabor e à textura dos alimentos.

Portanto, as análises sensoriais realizadas utilizando uma equipe semi-treinada sugere que as formulações F4 (1,0 % de FS e 3,0 % de FI) e F5 (0,0% de FS e 4,0% de FI) podem apresentar características similares à mortadela tradicional, uma vez que foram consideradas estatisticamente iguais à mortadela controle (FC1).

Conclui-se que é possível a fabricação de mortadelas com adição de fibras funcionais com redução do teor de gordura. Para não alterar as características sensoriais do produto, deve-se prever um nível máximo de fibras solúveis (1,0 %) ao se formular um produto fonte de fibras alimentares.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial de alimentos e bebidas** – NBR 12806. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 8p.

ADITIVOS & INGREDIENTES. Substitutos de gordura. **Revista Aditivos & Ingredientes**, n. 59, p. 42-55, 2008.

ALLAIS, I. **Emulsification**. In: Handbook of meat processing. Editor Fidel Toldrá. Editora Wiley-Blackwell, 2010. 566 p.

ÁLVAREZ, E. E.; SÁNCHEZ, P. G. La fibra dietética. **Nutrición Hospitalaria**, v. 21, n. 2, p. 61-72, 2006.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. The definition of dietary fiber. **Cereal Food Word**, v. 46, p.112-126, 2000.

ANDRÈS, S.; ZARITZKY, N.; CALIFANO, A. The effect of whey protein concentrates and hydrocolloids on the texture and colour characteristics of chicken sausages. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, n. 8, p. 54-96, 2006.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos**. 5.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. 601 p.

ARES, G.; JAEGER, S.R. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Quality and Preference**. v. 28, n 1, p 141–153, 2013.

ARES, G.; JAEGER, S.R. Examination of sensory product characterization bias when check-allthat-apply (CATA) questions are used concurrently with hedonic assessments. **Food Quality and Preference**, v. 40, p 199–208, 2015.

BARRETTO, A.C.S. **Efeito da adição de fibras como substitutos de gordura em mortadelas.** Dissertação Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. 2007.163f.

BENEVIDES, S. D.; NASSU, R. **Produtos cárneos.** Brasília: Embrapa. 2010.

BETANCOURT, A.S.S. **Características físicas e reológicas de mortadelas formuladas pela substituição parcial de gordura por carne ou por misturas de fibras solúveis e insolúveis.** Dissertação de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2014. 112f.

BISWAS, A. K.; KUMAR, V.; BHOSLE, S.; SAHOO, J.; CHATLI, M. K. Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. **International Journal of Livestock Production**, v. 2, n. 4, p. 45-54, 2011.

BORTOLUZZI, R.C. **Aplicação de fibra obtida da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango.** Tese (doutorado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal de São Paulo. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. 2009. 83p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa Nº 4, de 31/03/2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Mortadela. **Diário Oficial da União**, Brasília (DF), 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC Nº 40, de 21 de março de 2001. Regulamento Técnico para Rotulagem Nutricional Obrigatória de Alimentos e Bebidas Embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília (DF), 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília (DF), 2012.

BREWER, M. S.; PETERSON, W. J.; CARR, T. C.; McCUSKER, R.; NOVAKOFSI, J. Thermal gelation properties of miofibrillar protein and gelatin combinations. **Journal Muscle Foods**, v. 16, n.2, p. 126-140, 2005.

CAMPOS, S.D.S. **Reologia e textura em alimentos**. Campinas: ITAL, 1989. 83p.

CHAMP, M.; LANGKILDE, A. M.; BROUNS, F.; KETTLITZ, B.; COLLET, Y. B. Advances in dietary fiber characterization. 1. Definition of dietary fiber, physiological relevance, health benefits and analytical aspects. **Nutrition Research Reviews**, v. 16, n. 1, p. 71-82, 2003.

CHEN, H.; XU, S.; WANG, Z. Interaction between flaxseed gum and meat protein. **Journal of Food Engineering**, v. 80, n. 4, p. 1051-1059, 2007.

CHOI, Y.S.; CHOI, J.H.; HAN, D.J.; KIM, HACK-YOUN; LEE, MI-AI.; KIM, HYUNWOOK; 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**, v. 82, p. 266–271, 2009.

COCHRAN, W.; COX, G.M. **Diseños experimentales**. 7. ed. México, Editorial Trillas, 1981. 661p.

COFRADES, S.; GUERRA, M. A.; CARBALLO, J.; FERNÁNDEZ-MARTÍN, F.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Plasma protein and soy fiber content effect on bologna sausage properties as influenced by fat level. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 2, p. 281-7, 2000.

COPPINI, L. Z.; WAITZBERG, D. L.; CAMPOS, F. G.; HARB-GAMA, A. fibras alimentares e ácidos graxos de cadeia curta, In: WAITZBERG, D. L. (Org.). **Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica**. 3. ed. São Paulo: Atheneu; 2004. 928p.

CORDEIRO, D. **Propriedades tecnológicas e aceitação sensorial de produtos cárneos empanados com alto teor de grãos inteiros, farinha, farelos e flocos de cereais**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2011. 179p.

COURCOUX, PH.; FAYE. P.; QANNARI, E.M. Determination of the consensus partition and cluster analysis of subjects in a free sorting task experiment. **Food Quality and Preference**. v. 32, n.1, p. 107–112, 2014.

CYRINO, N. A.; BARRETTO, A. C. S. O que a Vitacel pode fazer aos seus embutidos. **Revista Nacional da Carne**, v. 352, p. 110-111, 2006.

DOOLEY, L.; LEE, Y.S.; MEULLENET, J.F. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference**. v. 21, n. 4, p. 394–401, 2010.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. PUCPRESS. Curitiba, 2013. 536p.

FERNÁNDEZ LÓPEZ, J.M.; FERNÁNDEZ GINÉS, L.; ALESON CARBONELL, E.; SENDRA, E.; SAYAS BARBERÁ, J.A.; PÉREZ ALVAREZ, J.A. Application of functional citrus by-products to meat products. **Food Science & Technology**, v.15, p.176-185, 2004.

FERNÁNDEZ-GINÉS, J. M.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERA, E.; SENDRA, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Effect of storage conditions on quality characteristics of bologna sausages made with citrus fiber. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 2, p. 710-715, 2006.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. A Alfa-dextrina como fibra alimentar. Dossiê Fibras, n.30, 2014.

FRANCK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. **Journal of Nutrition**, v. 87, n. 2, p. 287-291, 2002.

GACULA, M.C. JR., SINGH, J., BI, J.; ALTAN, S. **Statistical Methods in Food and Consumer Research (2nd ed.)**. Academic Press. 2008. 888 p.

GALVÃO, M.T.E.L.; MOURA, D.B.; BARRETTO, A.C.S.; POLLONIO, M.A.R. Effects of micronized sodium chloride on the sensory profile and consumer acceptance of turkey ham with reduced sodium content. Campinas; **Food Science and Technology**, v. 34, n.1, p. 189-194, 2014.

GARCÍA, M.L.; DOMINGUEZ, R.; GALVEZ, M.D.; CASAS, C.; SELGAS, M.D. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. **Meat Science**, v. 60, p.227–236, 2002.

GARCÍA, M.L.;CARCERES, E.; SELGAS, M.D. Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product. **International Journal of Food Science and Technology**. v. 41, p. 1207–1215, 2006.

GRAY, J. **Dietary fiber: definition, analysis, physiology and health**. Bélgica: International Life Sciences Institute (ILSI), 2006. 44 p.

GUIMARÃES, C. F, M. **Formulação e caracterização de mortadelas com adição de fibras funcionais e redução de gordura**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa, 2011. 108p.

HAULY, M. C. O.; MOSCATTO, J. A. Inulina e oligofrutoses: uma revisão sobre propriedades funcionais, efeito prebiótico e importância na indústria de alimentos. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 23, n. 1, p. 105-118, 2002.

HUANG, S. C.; TSAI, Y. F; CHEN, C. M. Effects of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of chinese-style sausages. **Asian-Aust. Journal of Animal Science**, v. 24, n. 6, p. 875-880, 2011.

HUGHES, E.; MULLEN, A. M.; TROY, D. J. Effects of fat level, tapioca starch and whey protein on Frankfurters formulated with 5% and 12% fat. **Meat Science**, v. 48, n. 1-2, p. 169-180, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Aquisição alimentar domiciliar per capita anual, na área rural, por grandes regiões, segundo os produtos**. – período 2008-2009.

ISAAC, V.; CHIARI, B.G.; MAGNANI, C.; CORREA, M.A. Análise sensorial como ferramenta útil no desenvolvimento de cosméticos. **Revista Ciência Farmacêutica Básica Aplicada**. v.33, n.4, p. 479-488, 2012.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; BARRETO, G.; MOTA, N.; CARBALLO, J. Influence of protein and fat content and cooking temperature on texture and sensory evaluation of bologna sausage. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 5, p. 481-487, 1995.

JIMENEZ-COLMENERO, F. Technologies for developing low-fat meat products. Review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 7, p. 41-48, 1996.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. **Food Science & Technology**, v. 11, n. 2, p. 56-66, 2000.

JONES, S. A. Physical, chemical, and sensory aspects of fat replacement. In: **Handbook of fat replacers**. Edited by Sibel Roller, Sylvia A. Jones. CRC Press, Inc., 1996. 336 p.

JORGE, E.C.; GAIONE, A.C.M.; AURIEMA, B.E.; CAZEDEY, H.P.; FONTES, P.R.; RAMOS, A.L.S.; RAMOS, E.M. Application of a check-all-that-apply question for evaluating and characterizing meat products. **Meat Science** v. 100, p. 124–133. 2015

KAHKONEN, P. & TUORILA, H. Effect of reduced-fat information on expected and actual hedonic and sensory ratings of sausage. **Appetite**, v.30, p.13-23, 1998.

KEETON, J. T. Low-fat meat products – technological problems with processing. **Meat Science**, v. 36, n. 1-2, p. 261-276, 1994.

KOBAYASHI, M.L.; MARTA, T.B. Sensory characterization of commercial soluble coffees by Flash Profile. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 3081-3092, 2012.

KTARI, N.; SMAOUI, S.; TRABELSI, I.; NASRI, M.; SALAH, R.B. Chemical composition, techno-functional and sensory properties and effects of three dietary fibers on the quality characteristics of Tunisian beef sausage. **Meat Science**, v.96, p. 521–525. 2014.

MATOS CHAMORRO, A.; CHAMBILLA MAMANI, E. Importancia de la fibra dietética, sus propiedades funcionales en la alimentación humana y en la industria

alimentaria. **Revista Investigación Ciencia Tecnología de Alimentos**. v. 1, n. 1, p.4-17 2010.

McCLEMENTS, D. J. *Food emulsions – Principles, practice and techniques*. 2.ed. New York: CRC Press, 1999. 632 p.

MEIER, R.; GASSULL, M. A. Consensus recommendations on the effects and benefits of fibre in clinical practice. **Clinical Nutrition Supplements**, v. 1, p. 73-80, 2004.

MEILGAARD, M.C.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. *Sensory Evaluation Techniques*. 4. ed. Boca Raton: **CRC Press**, 2006. 464 p.

MÉNDEZ-ZAMORA, G.; GARCÍA-MACÍAS, J.A.; SANTELLANO-ESTRADA, E.; CHÁVEZ-MARTÍNEZ, A.; DURÁN-MELÉNDEZ, L.A.; SILVA-VÁZQUEZ, R.; QUINTERO-RAMOS, A. Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 35, n.1, p.25-31, 2015.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial – Estudo com Consumidores**. 3.ed. Viçosa, M.G. Editora da Universidade Federal de Viçosa, 225p, 2013. 332 p.

MONTGOMERY, D.C. **Design and analysis of experiments**. 5.Ed. New York: John Wiley and Sons, 2001. 699 p.

MORRIS, E. R. Assembly and rheology of non-starch polysaccharides. In: McCLEARY, B. V.; PROSKY, L. (Ed.). *Advanced dietary fiber technology*. **Blackwell Science**, 2001. 534 p.

MOTTRAM, D. S. Flavour formation in meat and meat a review products: a review. **Food Chemistry**, v. 62, n. 4, p. 415-424, 1998.

NASSU, R.T. **Análise sensorial de carne: conceitos e recomendações**. Comunicado técnico, Embrapa. São Carlos, SP. 2007.

NOWAK, B.; VON MEUFFLING, T.; GROTHEER, J.; KLEIN, G.; WATKINSON, B.M. Energy content, sensory properties and microbiological shelf life of German type

bologna sausages produced with citrate or phosphate and inulin as a fat substitute. **Journal of Food Science**, v.72, n.9, p. 629-638. 2007.

RABE, S.; KRINGS, U.; BERGER, R. G. Initial dynamic flavour release from sodium chloride solutions. **European Food Research and Technology**, v. 218, n. 1, p. 32-39, 2003.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes - Fundamentos e Metodologias**. Editora UFV. 2009. 599p.

REZENDE, N.V.; BENASSI, M.T.; VISSOTTO, F.Z.; AUGUSTO, P.P.C.; GROSSMANN, M.V.E. Mixture design applied for the partial replacement of fat with fibre in sucrose-free chocolates. **Food Science and Technology**, v. 62, p. 598-604. Junho de 2015.

RIBEIRO JR, J.I. **Métodos estatísticos aplicados à melhoria da qualidade**. Editora UFV. 2012. 385 p.

ROBERFROID. M.B.; GIBSON, G.R.; DELZENNE, N. The biochemistry of oligofructose, a nondigestible fiber: an approach to calculate its caloric value. **Nutrition Reviews**, v.51, n.5, p.137-146, 1993.

RUUSUNEN, M.; SIMOLIN, M.; PUOLANNE, E. The effect of fat content and flavor enhancers type' sausages on the perceived saltiness of cooked 'bologna'. **Journal of Muscle Foods**, v. 12, n. 2, p. 107-120, 2001.

SANTOS, F. A.; QUEIROZ, J. H.; COLODETTE, J. I.; FERNANDES, S. A.; GUIMARÃES, V. M.; REZENDE. S. T. Potencial da palha de cana de açúcar para produção de etanol. **Química Nova**, v. 35, n. 5, p. 1004-1010, 2012.

SELGAS, M. D.; CÁCERES, E.; GARCÍA, M. L. Long-chain soluble dietary fiber as functional ingredient in cooked meat sausages. **Food Science Technology International**, v. 11, n. 1, p. 41-47, 2005.

SERDAROGLU, M. Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. **Meat Science**, v. 72, n. 1, p. 155-163, 2006.

SILVA, R.C.S.N.; MINIM, V.P.R.; VIDIGAL, M.C.R.T.; TEIXEIRA, J.A.; MORAES, L.E.S.; LIMA, L.P.; MINIM, L.A. Fat and moisture contents: determining factors on the light processed cheese texture and acceptability. **Revista Instituto Adolfo Lutz (Impr.)** vol.71 n.1 São Paulo 2012a.

SILVA, R. C. S. N., MINIM, V. P. R., SIMIQUELI, A. A., MORAES, L. E. S., GOMIDE, A. I., & MINIM, L. A. Optimized Descriptive Profile: A rapid methodology for sensory description. **Food Quality and Preference**, .v.24, n.1, p. 190–200. 2012b.

SILVA, R.C.S.N. **Perfil Descritivo Otimizado: número de julgadores, delineamentos e validação.** Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa. Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa. 2013. 147p.

SPADA, F. P. **Redução dos níveis de gordura em mortadela bologna e sua influência sensorial em provadores de diferentes idades.** Dissertação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2013.

STONE, H. S.; SIDEL J. L. **Sensory Evaluation Practices**, Academic Press, San Diego, CA, 1993. 308p.

THEBAUDIN, J. Y.; LEFEBVRE, A. C.; HARRINGTON, M.; BOURGEOIS, C. M. Dietary fibers: Nutritional and technological interest. **Trends in Food Science & Technology**, v. 8, n. 2, p. 41-48. 1997.

TOBIN, B.D.; O'SULLIVAN, M.G.; HAMILL, R.M.; KERRY, J.P. 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.

TOMIC, O.; NILSEN, A.; MARTENS, MAGNI; NÆS, T. Visualization of sensory profiling data for performance monitoring. **Food Science and Technology**. v.40, p. 262-269, 2007.

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**. v. 70, p. 493–508, 2005.

VARELA, P.; ARES, G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. **Food Quality and Preference**, v.48, p. 893-908, 2012.

VENTANAS, S.; PUOLANNE, E.; TUORILA, H. Temporal changes of flavour and texture in cooked bologna type sausages as affected by fat and salt content. **Meat Science**, v. 85, n. 3, p. 410-419, 2010.

VIUDA-MARTOS, M.; RUIZ-NAVAJAS, Y.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Effect of added citrus fibre and spice essential oils on quality characteristics and shelf-life of mortadella. **Meat Science**, v. 85, n. 3, p. 568-576, 2010.

WESTPHALEN, A. D.; BRIGGS, J. L.; LONERGAN, S. M. Influence of pH on rheological properties of porcine myofibrillar protein during heat induced gelation. **Meat science**, v. 70, n. 2, p. 293-299, 2005.

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

APÊNDICE

Apêndice A – Análise sensorial Descritiva

Tabela 1A. Resumo da ANOVA dos escores dos atributos analisados em mortadelas formuladas pela substituição de 25 % de gordura por diferentes misturas de fibras.

ATRIBUTO	FV	GL	QM	p-valor
<i>Brilho</i>	(misturas)	4	26,5924	0,0002 *
	Julgador	19	12,1745	0,0004 *
	M*J	76	4,2368	0,6496 ns
	Erro puro	200	4,5864	
<i>Cor</i>	(misturas)	4	20,6344	<,0001 *
	Julgador	19	14,6095	<,0001 *
	M*J	76	1,7605	0,9358 ns
	Erro puro	200	2,3834	
<i>Aroma característico de Mortadela</i>	(misturas)	4	2,0241	0,6480 ns
	Julgador	19	29,3470	<,0001 *
	M*J	76	2,6562	0,8476 ns
	Erro puro	200	3,2594	
<i>Sabor característico de Mortadela</i>	(misturas)	4	1,5847	0,6446 ns
	Julgador	19	21,0166	<,0001 *
	M*J	76	3,8711	0,0102 *
	Erro puro	200	2,5321	
<i>Gosto salgado</i>	(misturas)	4	10,1681	0,0072 *
	Julgador	19	15,1683	<,0001 *
	M*J	76	1,9386	0,9689 ns
	Erro puro	200	2,8130	
<i>Dureza</i>	(misturas)	4	24,6098	<,0001 *
	Julgador	19	10,1256	<,0001 *
	M*J	76	2,4829	0,6280 ns
	Erro puro	200	2,6581	
<i>Coesividade</i>	(misturas)	4	12,2616	0,0234 *

	Julgador	19	13,5851	<,0001 *
	M*J	76	3,8764	0,6689 ns
	Erro puro	200	4,2392	
<i>Gomosidade</i>	(misturas)	4	13,2369	0,0019 *
	Julgador	19	18,5389	<,0001 *
	M*J	76	2,5163	0,8046 ns
	Erro puro	200	2,9872	
<i>Adesividade</i>	(misturas)	4	3,5657	0,2021 ns
	Julgador	19	16,5500	<,0001 *
	M*J	76	1,7300	0,9424 ns
	Erro puro	200	2,3600	
<i>Mastigabilidade</i>	(misturas)	4	13,5147	0,0003 *
	Julgador	19	12,4313	<,0001 *
	M*J	76	3,2558	0,0492 *
	Erro puro	200	2,4032	

M*J = Interação Mistura versus Julgador; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo ao nível de 5% de probabilidade,

Tabela 2A, Equações de regressão, obtidas pelo modelo de misturas, dos 10 atributos sensoriais (Yi) em função dos níveis de fibras (X1- fibra solúvel e X2- fibra insolúvel) formulando mortadelas e seus respectivos coeficientes de determinação (R²),

Atributo	Modelo de regressão	R ²
<i>Brilho</i>	$Y = 4,36 X_1 + 3,63 X_2 - 4,34 X_1X_2$	0,79
<i>Cor</i>	$Y = 4,59 X_1 + 3,94 X_2 + 1,14 X_1X_2 - 10,53 X_1^2X_2$	0,98
<i>Aroma característico de Mortadela</i>	$Y = 4,69 X_1 + 4,39 X_2$	0,41
<i>Sabor característico de Mortadela</i>	$Y = 5,00 X_1 + 4,69 X_2$	0,54
<i>Gosto salgado</i>	$Y = 4,74 X_1 + 4,12 X_2 - 4,82 X_1^2X_2$	0,76
<i>Dureza</i>	$Y = 3,58 X_1 + 4,31 X_2 - 0,46 X_1X_2 + 10,20 X_1^2X_2$	0,99
<i>Coesividade</i>	$Y = 4,06 X_1 + 4,41 X_2 + 5,08 X_1^2X_2$	0,56
<i>Gomosidade</i>	$Y = 5,41 X_1 + 4,93 X_2 + 2,94 X_1X_2$	0,69
<i>Adesividade</i>	$Y = 3,56 X_1 + 3,80 X_2 - 1,88 X_1X_2$	0,97
<i>Mastigabilidade</i>	$Y = 4,05 X_1 + 4,68 X_2 - 8,17 X_1X_2 + 47,61 X_1^2X_2^2$	0,95

Y: variável resposta ; X1: fibra solúvel; X2: fibra insolúvel; R²: coeficiente de determinação

Tabela 3A, Análise de variância do atributo sensorial Brilho das mortadelas formuladas pela substituição de 25% de toucinho por fibras funcionais e água (F1, F2, F3, F4 e F5),

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
(misturas)	4	106,3694	26,5924	5,80	0,0002 *
Julgador	19	231,3153	12,1745	2,65	0,0004 *
MxJ	76	321,9985	4,23682	0,92	0,6496 ns
Erro puro	200	917,2866	4,58643		
Regressão X1 X2 X1X2	2	81,8329	40,9165	8,20	<0,0001*
Faj	2	24,5364	12,2682	2,46	0,0871 ns
Resíduo da reg,	295	1470,6005	4,9850		
Total	299	1576,9699			

R²=0,79

M*J = Interação Mistura versus Julgador; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo ao nível de 5% de probabilidade,

Tabela 4A, Análise de variância do atributo sensorial Adesividade das mortadelas formuladas pela substituição de 25% de toucinho por fibras funcionais e água (F1, F2, F3, F4 e F5),

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
(misturas)	4	14,2626	3,5656	1,51	0,2021 ns
Julgador	19	314,4773	16,5288	6,99	<,0001 *
MxJ	76	131,5400	1,7307	0,73	0,9424 ns
Erro puro	200	473,7866	2,3689		
Regressão X1 X2 X1X2	2	13,8750	6,9375	2,22	<,0001 *
Faj	2	0,3876	0,1938	0,06	0,9397 ns
Resíduo da reg,	295	919,8040	3,1179		
Total	299	934,0666			

R²= 0,97

M*J = Interação Mistura versus Julgador; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo ao nível de 5% de probabilidade,

Tabela 5A, Análise de variância do atributo sensorial Aroma característico das mortadelas formuladas pela substituição de 25% de toucinho por fibras funcionais e água (F1, F2, F3, F4 e F5),

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
(misturas)	4	8,0964	2,0241	0,62	0,6480 ns
Julgador	19	557,5939	29,3470	9,00	<,0001 *
MxJ	76	201,8715	2,6562	0,81	0,8476 ns
Erro puro	200	651,8800	3,2594		
Regressão X1 X2	1	3,3450	3,3450	0,70	<,0001 *
Faj	3	4,7514	1,5838	0,33	0,8029 ns
Resíduo da reg,	295	1411,3455	4,7842		
Total	299	1419,4419			

R²= 0,41

M*J = Interação Mistura versus Julgador; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo ao nível de 5% de probabilidade,

Tabela 6A, Análise de variância do atributo sensorial Coesividade das mortadelas formuladas pela substituição de 25% de toucinho por fibras funcionais e água (F1, F2, F3, F4 e F5),

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
(misturas)	4	49,0463	12,2615	2,89	0,0234 *
Julgador	19	258,1171	13,5851	3,20	<,0001 *
MxJ	76	294,6056	3,8763	0,91	0,6689 ns
Erro puro	200	847,8333	4,2391		
Regressão X1 X2 X1X1X2	2	27,6173	13,8086	2,90	<,0001 *
Faj	2	21,4289	10,7144	2,26	0,1065 ns
Resíduo da reg,	295	1400,5561	4,7476		
Total	299	1449,6025			

R²=0,56

M*J = Interação Mistura versus Julgador; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo ao nível de 5% de probabilidade,

Tabela 7A, Análise de variância do atributo sensorial Cor das mortadelas formuladas pela substituição de 25% de toucinho por fibras funcionais e água (F1, F2, F3, F4 e F5),

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
(misturas)	4	82,5374	20,6343	8,66	<,0001 *
Julgador	19	277,5814	14,6095	6,13	<,0001 *
MxJ	76	133,8025	1,76055	0,74	0,9358 ns
Erro puro	200	476,6800	2,3834		
Regressão X1 X2 X1X2 X1X1X2	3	81,5591	27,1863	9,03	<,0001 *
Faj	1	0,9782	0,97828	0,32	0,5691 ns
Resíduo da reg,	295	888,0640	3,0103		
Total	299	970,6014			

R²=0,98

M*J = Interação Mistura versus Julgador; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo ao nível de 5% de probabilidade,

Tabela 8A, Análise de variância do atributo sensorial Dureza das mortadelas formuladas pela substituição de 25% de toucinho por fibras funcionais e água (F1, F2, F3, F4 e F5),

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
(misturas)	4	98,4391	24,6097	9,26	<,0001 *
Julgador	19	192,3859	10,1255	3,81	<,0001 *
MxJ	76	188,7062	2,4829	0,93	0,6280 ns
Erro puro	200	531,6200	2,6581		
Regressão	3	97,1911	32,3970	10,47	<,0001 *
X1					
X2					
X1X2					
X1X1X2					
Faj	1	1,2480	1,2480	0,40	0,5258 ns
Resíduo da reg,	295	912,7121	3,0939		
Total	299	1011,1513			

R²=0,99

M*J = Interação Mistura versus Julgador; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo ao nível de 5% de probabilidade,

Tabela 9A, Análise de variância do atributo sensorial Gomosidade das mortadelas formuladas pela substituição de 25% de toucinho por fibras funcionais e água (F1, F2, F3, F4 e F5),

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
(misturas)	4	52,9476	13,2369	4,43	0,0019 *
Julgador	19	352,2393	18,5389	6,21	<,0001 *
MxJ	76	191,2363	2,51626	0,84	0,8046 ns
Erro puro	200	597,4333	2,98716		
Regressão	2	36,9467	18,4733	4,77	<,0001 *
X1					
X2					
X1X2					
Faj	2	16,0009	8,0004	2,07	0,1282 ns
Resíduo da reg,	295	1140,9090	3,8674		
Total	299	1193,8566			

R²=0,69

M*J = Interação Mistura versus Julgador; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo ao nível de 5% de probabilidade,

Tabela 10A, Análise de variância do atributo sensorial Mastigabilidade das mortadelas formuladas pela substituição de 25% de toucinho por fibras funcionais e água (F1, F2, F3, F4 e F5),

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
(misturas)	4	54,0588	13,5147	5,62	0,0003 *
Julgador	19	236,1945	12,4312	5,17	<,0001 *
MxJ	76	247,4384	3,2557	1,35	0,0492 *
Erro puro	200	480,6400	2,4032		
Regressão	3	51,4978	17,1659	5,25	<,0001 *
X1					
X2					
X1X2					
X1X1X2X2					
Faj	1	2,561067	2,5610	0,78	0,3773 ns
Resíduo da reg,	295	964,2730	3,2687		
Total	299	1018,3318			

R²=0,95

M*J = Interação Mistura versus Julgador; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo ao nível de 5% de probabilidade,

Tabela 11A, Análise de variância do atributo sensorial Sabor característico das mortadelas formuladas pela substituição de 25% de toucinho por fibras funcionais e água (F1, F2, F3, F4 e F5),

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
(misturas)	4	6,3388	1,5847	0,63	0,6446 ns
Julgador	19	399,3161	21,0166	8,30	<,0001 *
MxJ	76	294,2012	3,8710	1,53	0,0102 *
Erro puro	200	506,4133	2,5320		
Regressão	1	3,4352	3,4352	0,84	<,0001*
X1					
X2					
Faj	3	2,9035	0,9678	0,24	0,8699 ns
Resíduo da reg,	295	1199,9306	4,0675		
Total	299	1206,2694			

R²=0,54

M*J = Interação Mistura versus Julgador; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo ao nível de 5% de probabilidade,

Tabela 12A, Análise de variância do atributo sensorial Gosto salgado das mortadelas formuladas pela substituição de 25% de toucinho por fibras funcionais e água (F1, F2, F3, F4 e F5),

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
(misturas)	4	40,6724	10,1681	3,61	0,0072 *
Julgador	19	288,1981	15,1683	5,39	<,0001 *
MxJ	76	147,3355	1,9386	0,69	0,9689 ns
Erro puro	200	562,6066	2,8130		
Regressão	1	30,9976	30,9976	9,16	<,0001 *
X1					
X2					
X1X1X2					
Faj	3	9,6747	4,8373	1,43	0,2410 ns
Resíduo da reg,	295	998,1403	3,3835		
Total	299	1038,8128			
R ² =0,76					

M*J = Interação Mistura versus Julgador; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo ao nível de 5% de probabilidade,

Apêndice B – Teste de aceitação

Tabela 1B, Análise de variância do teste de aceitação quanto à impressão global das mortadelas formuladas pela substituição de 25% de toucinho por carne e fibras funcionais e água (F1, F2, F3, F4 e F5)

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
(misturas)	4	24,7653	6,1913	2,05	0,0862 ns
Erro puro	745	2254,4933	3,0261		
Regressão	1	13,4426	13,4426	4,44	<,0001*
Faj	3	11,3226	3,7742	1,25	0,2916 ns
Resíduo da reg.	745	2254,4933	3,0261		
Total	749	2279,2586			

R²=54,28

* significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo ao nível de 5% de probabilidade,

ANEXOS

ANEXO A

ESPECIFICAÇÕES QUÍMICAS DA FIBRA VITACEL® WF 600

Data sheet

Grade
WF 600

VITACEL®

Wheat Fibre

Characteristics

VITACEL® Wheat Fibre WF 600 is a bright, microfine dietary fibre produced by a special process from the structure building components of the wheat plant.

Its multifunctional and physical characteristics give VITACEL® Wheat Fibre a wide range of applications in the food industry.

Analysis

dietary fibre content (acc. to AOAC-method)*	min.	97 % i. d.s.
of which: insoluble dietary fibre		94.5 %
soluble dietary fibre		2.5 %
loss on drying	max.	8 %
ash	max.	3 %
protein*		0.4 %
fat*		0.2 %
phytic acid*		negative
gluten		< 10 mg/kg
pH-value (10 % suspension)		6.5 +/- 1.5
average fibre length		80 µm
average fibre thickness		20 µm

Composition of dietary fibre

cellulose*		74 %
hemicellulose*		26 %
lignin	max.	0.5 %

Microbiological analysis

standard plate count	max.	5 x 10 ³ cfu/g
yeasts and moulds	max.	2 x 10 ² cfu/g
afatoxines		not detectable
Salmonella		negative in 25 g

(* typical value)

Heavy metals

arsenic	max.	3 mg/kg
lead	max.	5 mg/kg
mercury	max.	1 mg/kg
cadmium	max.	1 mg/kg

Pesticides and fungicides

The analyzed residue is lower than the official stipulations in the ordinance for maximum amounts of plant protectives.

Physical data

water binding capacity (AACC-method)*		4.2 g H ₂ O/g d.s. - 5.5 g H ₂ O/g d.s.
oil absorption*	min.	3.7 g oil/g d.s.
a _w -value*		0.44
calorific value/g*		0.09 kcal resp. 0.39 kJ
bulk density (in accordance with DIN 53 468)		200 g/l - 240 g/l

Sensory properties

appearance	white, powder
flavour	neutral
odour	neutral

Screen analysis (in accordance with DIN 53 734/air jet sieve)

> 100 µm	0 % - 2 %
> 32 µm	15 % - 45 %

Declaration

VITACEL[®] Wheat Fibre WF 600 is a foodstuff which can be added to all other foodstuffs, provided that no other special instructions have to be observed due to the composition of these foodstuffs.

We recommend a declaration as Wheat Fibre or Wheat Plant Fibre.
Please consider the regulation for foodstuff of your country.

Packaging and storage

Packed in multi-layer 20 kgs paper-bags with PE-liner.
960 kgs/palett; average measurement (in cm): 130 x 90 x 215.
480 kgs/palett; average measurement (in cm): 130 x 90 x 120.
Shelf life is at least 5 years if stored at room temperature in dry conditions.

(* typical value)



J. RETTENMAIER & SÖHNE GMBH + CO
Fibres designed by Nature
Holzmuehle 1
D-73494 Rosenberg

Telephone:
Telefax:
E-Mail:
www.jrs.de

+49 7967/152-0
+49 7967/152-222
food@jrs.de

0801

ANEXO B

ESPECIFICAÇÕES QUÍMICAS DA FIBRA ORAFTI®GR (BNEO)

GARANTIA DA QUALIDADE

Endereço Av. Jorge Bei Maluf, 2163



Telefone/Fax +54 11 4239-0600 /

C e r t i f i c a d o d e a n á l i s e

Data : 26.08.201

Página: 1 / 3

Dados do material / lote

Material	: ORAFIT (Beneo) GR	0025
Código	: 16263114988	
Lote	: RRVGJODGJ0	
Fabricação	: 01.06.2010	
Validade	: 01.06.2013	

- 1) Estes dados refletem os resultados dos controles realizados sobre uma amostra representativa e não eximem o cliente de realizar seu controle no recebimento deste material / lote.
- 2) A empresa não se responsabiliza pelo uso inadequado que se faça do produto ou da informação que lhe foi enviada.
- 3) Este certificado foi emitido eletronicamente pela Garantia da Qualidade e não precisa ser assinado.

Característica/Método de inspeção	Especificação	Resultado
Matéria Seca BRRH5057 - Matéria Seca	95,5 - 98,5	97,3 %
Valor pH (10° Brix) BRRH5033 - pH	5,0 - 7,0	6,5
Condutividade (uS) BRRH5059 - Condutividade	0,0 - 249,0	36,0 µs
Sacarose (base seca) BRRH5038 - AOAC 997.08 Fructanos	0,0 - 8,0	7,4 %
Inulina (base seca) BRRH5038 - AOAC 997.08 Fructanos	90,0 - 100,0	91,4 %
Glicose e Frutose (base seca) BRRH5038 - AOAC 997.08 Fructanos	0,0 - 4,0	1,2 %

Dados do material / lote

Material : ORAFIT (Beneo) GR 0025
 Código : 16263114988
 Lote : RRVGJODGJ0
 Fabricação : 01.06.2010
 Validade : 01.06.2013

Característica/Método de inspeção	Especificação	Resultado
Contagem total em placa (ufc/g) BRRH5023 - IDW 1 met 509 paragr.35 LMBG	0,0 - 1000,0	0,0 CBU/g
Contagem de leveduras (ufc/g) BRRH5024 - IDW 1 met 542 paragr.35 LMBG	0,0 - 20,0	0,0 CBU/g
Contagem de Bolores (ufc/g) BRRH5024 - IDW 1 met 542 paragr.35 LMBG	0,0 - 20,0	0,0 CBU/g
Limpidez (Solução de 10gr / 0,1 lt) BRRH5111 - Cor da solução	Conforme	Conforme
Cor Visual (Branca) BRDG0021-Cor Plena (visual) - Fibras	Conforme	Conforme
Sabor (Levemente doce) BRBA0272-Teor A Considerar	Líquido Conforme	Conforme
Granulometria (MasterSize D0,1) BRRH5080 - Granulometria	50 -	56 µm
Granulometria (MasterSize D0,8) BRRH5080 - Granulometria	165,0 -	243,0 µm

C e r t i f i c a d o d e a n á l i s e

Data : 26.08.2010
Página: 3 / 3

Dados do material / lote

Material : ORAF TI (Beneo) GR 0025
Código : 16263114988
Lote : RRVGJ0DGJ0
Fabricação : 01.06.2010
Validade : 01.06.2013

Característica/Método de inspeção	Especificação	Resultado
Origem: ORAF TI (Chile)	Conforme	Conforme
BRAFO908-Aspecto		
MasterSizer D0,1: Dimensão máxima dos 10% das menores partículas.Valores INDICATIVOS, não devem ser considerados como garantia ou especificação.		
MasterSizer D0,8: Dimensão mínima dos 20% das maiores partículas.Valores INDICATIVOS, não devem ser considerados como garantia ou especificação		
É inodoro ou possui leve odor característico de inulina.		

C e r t i f i c a d o d e a n á l i s e

Data : 26.08.2010
Página: 3 / 3

Dados do material / lote

Material : ORAF TI (Beneo) GR 0025
Código : 16263114988
Lote : RRVGJ0DGJ0
Fabricação : 01.06.2010
Validade : 01.06.2013

Característica/Método de inspeção	Especificação	Resultado
Origem: ORAF TI (Chile)	Conforme	Conforme
BRAFO908-Aspecto		
MasterSizer D0,1: Dimensão máxima dos 10% das menores partículas.Valores INDICATIVOS, não devem ser considerados como garantia ou especificação.		
MasterSizer D0,8: Dimensão mínima dos 20% das maiores partículas.Valores INDICATIVOS, não devem ser considerados como garantia ou especificação		
É inodoro ou possui leve odor característico de inulina.		

ANEXO C
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE SENSORIAL DE MORTADELAS FORMULADAS PELA SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA POR DIFERENTES MISTURAS DE FIBRAS SOLÚVEIS E INSOLÚVEIS

Pesquisador: José Benício Paes Chaves

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 48366315.9.0000.5153

Instituição Proponente: Departamento de Tecnologia de Alimentos

Patrocinador Principal: Universidade Federal de Viçosa - UFV

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.287.588

Apresentação do Projeto:

A proposta apresentada pertence à Grande Área 1. Ciências Exatas e da Terra e tem por título "ANÁLISE SENSORIAL DE MORTADELAS FORMULADAS PELA SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA POR DIFERENTES MISTURAS DE FIBRAS SOLÚVEIS E INSOLÚVEIS". Para esse estudo serão elaboradas sete formulações de Mortadela, sendo duas formulações controle (FC1: formulação sem redução de gordura; FC2: formulação com 25% de redução do conteúdo total de gordura e com substituição por carne magra) e cinco formulações com a redução de 25% do conteúdo total de gordura e com adição de fibras (solúveis e insolúveis) e água. Será realizada a análise sensorial descritiva que envolverá o recrutamento e seleção de candidatos para formação da equipe sensorial. Nesta técnica é proposto que julgadores semi-treinados avaliem a intensidade dos atributos sensoriais utilizando uma escala de intensidade ancorada nos extremos pelos termos "fraco" e "forte", os quais serão representados por materiais de referência. Serão recrutados entre 50 candidatos por meio de um questionário de identificação de consumidores de mortadelas. Aqueles que satisfizerem a todos os requisitos serão selecionados para compor a equipe sensorial. Os participantes que forem pré-selecionados desenvolverão os termos descritivos e será realizada a definição das referências que serão utilizadas para representar os extremos de intensidade ("fraco" e "forte"). Nas sessões de avaliação, as amostras serão servidas simultaneamente, devendo

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Edifício Arthur Bernardes, piso inferior

Bairro: Campus Universitário

CEP: 36.570-900

UF: MG

Município: VIÇOSA

Telefone: (31)3899-2492

E-mail: cep@ufv.br

Continuação do Parecer: 1.287.588

ser analisadas em relação a um único atributo por vez, para evitar a fadiga sensorial. Os julgadores serão orientados a comparar as amostras entre si e com os materiais de referência e, então, alocar a intensidade do estímulo na escala de intensidade. Além disso, será realizado teste de aceitação sensorial para 150 consumidores no Campus da Universidade Federal de Viçosa, que habitualmente consomem o produto.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar as alterações sensoriais em mortadelas formuladas pela substituição de gorduras por diversas misturas de fibras solúveis e insolúveis.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os pesquisadores apontaram como riscos: "Alguns possíveis desconfortos ou riscos poderão ocorrer durante a participação na pesquisa. Durante a execução do projeto poderão ocorrer riscos de constrangimento devido à coleta de informações de dados pessoais que serão atenuados com o devido sigilo de todos os dados informados. A

coleta do material será realizada conforme procedimentos técnicos recomendados e usuais. E também, ao ingerir produtos alimentícios o indivíduo

poderá apresentar danos físicos, químicos e microbiológicos. Para evitar estas condições adversas, será adotado um conjunto de medidas a fim de

garantir a qualidade sanitária dos produtos. Como usar recipientes limpos e adequadamente higienizados, manipular os produtos com cabelo preso

e mãos higienizadas, fornecer o alimento para consumo após manipulação e abertura da embalagem, usar materiais e produtos alimentícios dentro do prazo de validade e sob condições adequadas de armazenamento. Alguns ingredientes estão presentes nas formulações de mortadela, sendo estes os aditivos químicos presentes nos alimentos, com destaque para os nitratos usados com o objetivo de realçar a aparência da carne. O consumo exagerado de carboidratos (especialmente quando combinados com proteínas) também pode causar intolerância. Nesse caso, o agente irritante é a fibra, conhecida por causar mal-estar gastrointestinal. Se você apresenta problemas na ingestão desses aditivos, não deverá participar da pesquisa. Você deverá ingerir apenas produtos que não apresentem nenhum efeito adverso a sua saúde como intolerância, alergia alimentar e enxaqueca."

Como benefícios os pesquisadores destacam: "Ao mesmo tempo os participantes estarão recebendo como benefícios pela sua participação os resultados referentes à pesquisa. Além disso, também estará contribuindo de forma significativa para que um novo produto seja inserido no

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Edifício Arthur Bernardes, piso inferior

Bairro: Campus Universitário

CEP: 35.570-900

UF: MG

Município: VIÇOSA

Telefone: (31)3896-2492

E-mail: cep@ufv.br

Continuação do Parecer: 1.267.588

comércio, sendo uma alternativa para pessoas interessadas na redução de gordura dos alimentos. Dessa forma, sua contribuição na pesquisa é de grande ganho para toda a sociedade, pois esse novo produto irá abranger pessoas com restrição de ingestão desse nutriente e com preocupação na qualidade nutricional dos alimentos."

Os pesquisadores apresentaram os riscos e os benefícios da pesquisa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante na área de alimentos, pois visa desenvolver uma alternativa de produto (mortadela) com menor teor de gorduras, as quais se disponibilizadas no mercado poderão ser uma opção de consumo para pessoas com restrição de ingestão desse nutriente.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória foram apresentados.

Recomendações:

Quando da coleta de dados, o TCLE deve ser elaborado em duas vias, rubricado em todas as suas páginas e assinado, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa ou responsável legal, bem como pelo pesquisador responsável, ou pessoa(s) por ele delegada(s), devendo todas as assinaturas constar na mesma folha.

Não é necessário apresentar os TCLEs assinados ao CEP/UFV. Uma via deve ser mantida em arquivo pelo pesquisador e a outra é do participante da pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Ao término da pesquisa é necessário apresentar, via notificação, o Relatório Final (modelo disponível no site www.cep.ufv.br). Após ser emitido o Parecer Consubstanciado de aprovação do Relatório Final, deve ser encaminhado, via notificação, o Comunicado de Término dos Estudos.

Projeto analisado durante a 7ª reunião de 2015.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Edifício Arthur Bernardes, piso inferior
Bairro: Campus Universitário CEP: 36.570-900
UF: MG Município: VIÇOSA
Telefone: (31)3296-2492 E-mail: cep@ufv.br