

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Engenharia de Alimentos

Departamento de Tecnologia de Alimentos

**Efeito da adição de fibras sobre as propriedades
tecnológicas de emulsões com altos teores de carne de
frango mecanicamente separada.**

Lílian de Cássia Santos Victorino

Engenheira de Alimentos

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a Dr^a Marise Aparecida
Rodrigues Pollonio.

**Campinas
2008**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

V666e Victorino, Lílian de Cássia Santos
Efeito da adição de fibras sobre as propriedades tecnológicas de emulsões com altos teores de carne de frango mecanicamente separada / Lílian de Cássia Santos Victorino. -- Campinas, SP: [s.n.], 2008.

Orientador: Marise Aparecida Rodrigues Pollonio
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia de Alimentos

1. Emulsões. 2. Carne de frango mecanicamente separada. 3. Fibra de trigo. 4. Fibra de aveia. I. Pollonio, Marise Aparecida Rodrigues. II. Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

(cars/fea)

Titulo em inglês: Addition effect of fibers on technological properties of emulsions with high level of mechanically deboned chicken meat

Palavras-chave em inglês (Keywords): Emulsions, Mechanically deboned chicken meat (MDCM), Wheat fiber, Oat fiber

Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Marise Aparecida Rodrigues Pollonio
Pedro Eduardo de Felício
Renata Maria Dos Santos Celeghini
Tadeu Expedito Facco Silveira

Data da defesa: 22/02/2008

Programa de Pós Graduação: Programa em Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Marise Aparecida Rodrigues Pollonio
Orientadora

Prof^o Dr^o Pedro Eduardo de Felício
Membro

Dr^a Renata M. dos Santos Celeghini
Membro

Dr. Tadeu Expedito Facco Silveira
Membro

Dedico este trabalho aos meus pais Rita e Vandick e ao meu marido Leonardo pelo apoio, companheirismo, dedicação e amor compartilhados ao longo dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre estar à frente de todas as minhas decisões e por ter me carregado no colo quando precisei.

À minha família, pela educação, compreensão e apoio.

À professora Marise Aparecida Rodrigues Pollonio não somente pela orientação neste trabalho, mas também por sua contribuição para o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao CNPq pelo apoio financeiro a essa pesquisa.

Ao Frigorífico Martini representado pelo Sr. Marcos Martini pelo apoio técnico e fornecimento de matérias-primas.

A JRS & Söhne representado pelo Sr. Neygmar Cirino pelo fornecimento das fibras.

Ao Instituto Mauá de Tecnologia por promover parte da execução deste trabalho.

À Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP pela oportunidade concedida.

Aos técnicos José Roberto dos Santos, Judite Lapa Guimarães, Micheli Nunes Lima, do Laboratório de Carnes e Derivados pelo auxílio técnico durante a realização deste trabalho.

Aos professores Pedro Eduardo de Felício, Renata Celeghini e Tadeu Expedito pela rica contribuição na conclusão deste trabalho.

À minhas eternas amigas Luciene Nishi e Juliana Teles pela amizade e força.

Às minhas amigas Julia, Giuliana, Marcela e Gisele, pelos ótimos momentos.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS.....	5
2.1	OBJETIVO GERAL.....	5
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
3.1	PRODUTOS CÁRNEOS EMULSIONADOS	7
3.2	CARNE DE FRANGO MECANICAMENTE SEPARADA COMO MATÉRIA-PRIMA EM PRODUTOS CÁRNEOS	9
3.2.1	Processo de obtenção da Carne de Frango Mecanicamente Separada	10
3.2.2	Características da Carne de Frango Mecanicamente Separada	11
3.2.3	Papel dos principais ingredientes na elaboração de emulsões cárneas.....	13
3.3	TENDÊNCIAS NO DESENVOLVIMENTO E REFORMULAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS.....	15
3.3.1	Redução do teor de sódio.....	16
3.3.2	Redução do teor de gordura.....	19
3.3.3	Utilização de prebióticos e probióticos	25
3.3.4	Utilização de especiarias e compostos bioativos com propriedades antioxidantes	27
3.4	APLICAÇÃO DE FIBRAS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS CÁRNEOS. .	28
4	EFEITOS DA ADIÇÃO DE DIFERENTES EXTENSORES NOS ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS DE EMULSÕES CÁRNEAS COZIDAS CONTENDO CMS.....	36
4.1	INTRODUÇÃO.....	36
4.2	OBJETIVO	38
4.3	MATERIAL E MÉTODOS	38
4.3.1	Caracterização da matéria-prima cárnea	39
4.3.2	Planejamento do experimento	40
4.4.1	Caracterização da matéria-prima cárnea	47

4.4.2	Análises físico-químicas.....	49
4.4.3	Análise sensorial	54
4.5	CONCLUSÕES	58
5	EFEITO DA ADIÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE FIBRAS DE TRIGO E AVEIA NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE EMULSÕES CÁRNEAS COZIDAS CONTENDO CARNE DE FRANGO MECANICAMENTE SEPARADA (CMS)..	59
5.1	INTRODUÇÃO.....	59
5.2	OBJETIVO	61
5.3	MATERIAL E MÉTODOS	61
5.3.1	Delineamento experimental	62
5.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
5.4.1	Estabilidade de emulsão	73
5.4.2	Capacidade de retenção de água.....	77
5.4.3	Cor.....	80
5.4.4	Análise do perfil de textura.....	87
5.5	CONCLUSÕES	94
6	ESTABILIDADE MICROBIOLÓGICA E OXIDATIVA DAS EMULSÕES CÁRNEAS COZIDAS ADICIONADAS DE DIFERENTES NÍVEIS DE FIBRAS DE TRIGO E AVEIA.....	95
6.1	INTRODUÇÃO.....	95
6.2	OBJETIVO	97
6.3	MATERIAL E MÉTODOS	97
6.3.1	Estabilidade oxidativa.....	98
6.3.2	Estabilidade microbiológica.	98
6.3.3	Análise sensorial	98
6.3.4	Tratamento estatístico.....	99
6.4	RESULTADOS E DISCUSÃO	99
6.4.1	Estabilidade oxidativa.....	99
6.4.2	Estabilidade microbiológica	100
6.4.3	Análise sensorial	101

6.5	CONCLUSÃO	104
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principais fatores que afetam o desenvolvimento de produtos cárneos com baixo teor de gordura. Adaptado de JIMÉNEZ COLMENERO (2000).	20
Figura 2. Fluxograma de processamento. Fonte: Adaptada de POLLONIO (1994). ...	43
Figura 3. Análise de estabilidade de emulsão - Estudo da adição de diferentes extensores. (a) acondicionamento das amostras em embalagens termorresistentes. (b) amostras após tratamento térmico, ainda embaladas.	44
Figura 4. O conjunto amostra+papel em placa de plexiglass - Estudo da adição de diferentes extensores. (a) anterior a presagem. (b) após a prensagem.	44
Figura 5. Análise de cor – Estudo da adição de diferentes extensores. (a) espectrofotômetro Colorquest II-hunter lab. (b) amostra no momento da leitura.	45
Figura 6. Análise do perfil de textura - Estudo da adição de diferentes extensores. (a) texturômetro TA-xT2i. (b) probe P35 e amostra para análise.	46
Figura 7. Pão de carne adicionado dos diferentes extensores.	49
Figura 8. Distribuição dos provadores em relação ao sexo.	54
Figura 9. Distribuição dos provadores em relação à faixa etária.	55
Figura 10. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo cor.	56
Figura 11. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo textura.	56
Figura 12. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo sabor.	57
Figura 13. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo impressão global (geral).	57
Figura 14. Fluxograma de processamento. Fonte: Adaptada de POLLONIO (1994). .	66
Figura 15. Análise de estabilidade de emulsão. (a) acondicionamento das amostras em embalagens termorresistentes. (b) amostras após tratamento térmico, ainda embaladas.	68
Figura 16. O conjunto amostra+papel em placa de plexiglass. (a) Anterior a presagem. (b) Após a prensagem.	68
Figura 17. Análise do perfil de textura. (a) Texturômetro TA-xT2i. (b) Probe P35 e amostra para análise.	69
Figura 18. Análise de cor. (a) Espectrofotômetro Colorquest II-hunter lab. (b) Amostra no momento da leitura.	71

Figura 19. Pão de carne adicionado de diferentes níveis de fibras.....	72
Figura 20. Efeito dos níveis de fibra de trigo (Ftrigo) e fibra de aveia (Faveia) na estabilidade de emulsão após cocção a 70°C.....	76
Figura 21. Efeito dos níveis de fibra de trigo (Ftrigo) e fibra de aveia (Faveia) na % de H ₂ O.....	79
Figura 22. Efeito dos níveis de fibra de trigo (Ftrigo) e fibra de aveia (Faveia) na cor. Legenda: a_1 , a_2 , a_3 - Superfícies de resposta para L^* , C^* e h , respectivamente.	86
Figura 23. Efeito dos níveis de fibra de trigo (Ftrigo) e fibra de aveia (Faveia) na Dureza (a_1) e Mastigabilidade (a_2).	92
Figura 24. Efeito dos níveis de fibra de trigo (Ftrigo) e fibra de aveia (Faveia) na Elasticidade (a_1) e Coesividade (a_2).	93
Figura 25. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo cor....	102
Figura 26. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo textura.	102
Figura 27. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo sabor.	103
Figura 28. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo impressão global (geral).....	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química de Carne de Frango Mecanicamente Separada.	12
Tabela 2. Sugestões de definição por organizações ou países.	30
Tabela 3. Ingestão diária recomendada de fibra dietética.	31
Tabela 4. Alguns exemplos de fibras utilizadas como ingredientes.	32
Tabela 5. Especificações da fibra de trigo (Vitacel® WF200) e da fibra de aveia (Vitacel® HF 600).	39
Tabela 6. Percentuais dos ingredientes usados nas formulações.	41
Tabela 7. Composição centesimal da CMS sem pele.	48
Tabela 8. Parâmetros de cor no padrão CIE L*a*b* e L*C*h para CMS a 15°C.	48
Tabela 9. Teor de exsudato após teste de estabilidade de emulsão e CRA.	50
Tabela 10. Composição centesimal das formulações testadas.	52
Tabela 11. Parâmetros de cor no padrão CIE L*a*b* e L*C*h das diferentes formulações.	52
Tabela 12. Análise do perfil de textura das diferentes formulações.	53
Tabela 13. Valores das médias e variâncias para cada atributo avaliado na análise sensorial.	55
Tabela 14. Especificações da fibra de trigo (Vitacel® WF200) e da fibra de aveia (Vitacel® HF 600).	62
Tabela 15. Variáveis e níveis de variação do DCCR.	63
Tabela 16. DCCR para as duas variáveis independentes.	63
Tabela 17. Formulações de pão de carne adicionado de fibras e formulação controle.	65
Tabela 18. Nomenclatura e definições para atributos da TPA.	70
Tabela 19. Resultados do DCCR para a resposta Estabilidade da emulsão a 70°C (%).	74
Tabela 20. Coeficientes de regressão do modelo para a resposta Estabilidade de Emulsão a 70°C. $R^2 = 0,982$	74

Tabela 21. Análise de variância para a regressão do modelo para capacidade de retenção de água. $R^2 = 0,982$.	75
Tabela 22. Resultados do DCCR para as respostas H2O (%).	77
Tabela 23. Coeficientes de regressão do modelo para a resposta Teor de H2O. $R^2 = 0,813$.	78
Tabela 24. Análise de variância para a regressão do modelo % de H2O. $R^2 = 0,813$.	78
Tabela 25. Resultados do DCCR para as respostas parâmetros de Cor ($L^*a^*b^*$) e (L^*C^*h).	81
Tabela 26. Coeficientes de regressão do modelo para as respostas L^* , C^* e h^* . $R^2_L = 0,847$, $R^2_{C^*} = 0,829$ e $R^2_h = 0,944$.	82
Tabela 27. Análise de variância para a regressão do modelo para o parâmetro L^* . $R^2 = 0,847$.	83
Tabela 28. Análise de variância para a regressão do modelo para o parâmetro C^* . $R^2 = 0,976$.	84
Tabela 29. Análise de variância para a regressão do modelo para o parâmetro h . $R^2 = 0,976$.	84
Tabela 30. Resultados do DCCR para as respostas Dureza (g/cm^2), Elasticidade (cm), Coesividade (razão) e Mastigabilidade (g/cm). $R^2_{\text{dureza}} = 0,962$, $R^2_{\text{elast}} = 0,991$, $R^2_{\text{coesiv}} = 0,962$, $R^2_{\text{mastigab}} = 0,945$.	87
Tabela 31. Coeficientes de regressão do modelo para a resposta Dureza (g), Elasticidade (razão), Coesividade (razão) e Mastigabilidade (g). $R^2_{\text{dureza}} = 0,962$, $R^2_{\text{elast}} = 0,991$, $R^2_{\text{coesiv}} = 0,962$, $R^2_{\text{mastigab}} = 0,945$.	88
Tabela 32. Análise de variância para a regressão do modelo para a resposta Dureza. $R^2 = 0,962$.	89
Tabela 33. Análise de variância para a regressão do modelo para a resposta elasticidade. $R^2 = 0,991$.	90
Tabela 34. Análise de variância para a regressão do modelo para a resposta Coesividade. $R^2 = 0,962$.	90
Tabela 35. Análise de variância para a regressão do modelo para o atributo mastigabilidade. $R^2 = 0,959$.	91
Tabela 36. Formulações de pão de carne adicionado de fibras e formulação controle.	97

Tabela 37. Resultados da estabilidade à oxidação lipídica (mg TBARS/kg) das amostras durante o período de estocagem.....	99
Tabela 38. Resultados das análises microbiológicas das amostras durante o período de estocagem.....	100
Tabela 39. Valores das médias e variâncias para cada atributo avaliado na análise sensorial.....	101

RESUMO

No Brasil, a grande procura pela utilização de fibras em produtos cárneos é principalmente devido à sua alta capacidade de retenção de água e conseqüente possibilidade de diminuição de custo, além dos apelos para a produção de itens mais saudáveis no contexto atual de consumo sem culpa. Com a expansão da atividade de corte de aves na indústria, a quantidade de partes de menor valor comercial e de ossos com carne aumentou e a carne de frango mecanicamente separada (CMS) passou a ser uma matéria-prima amplamente utilizada para a elaboração de produtos cárneos. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição de fibras de cereais (trigo e aveia) sobre a qualidade físico-química e sensorial de emulsões cárneas contendo elevadas proporções de carne de frango mecanicamente separada. O produto cárneo emulsionado escolhido como sistema modelo para o estudo foi o pão de carne. Em um primeiro estudo foram testadas cinco formulações FA (5% de amido de milho), FB (2,5% de proteína isolada de soja), FC (5% de fibra de trigo), FD (5% de fibra de aveia) e FE (2,5% de fibra de trigo; 2,5% de fibra de aveia, 1,58% de proteína isolada de soja e 1,88% de amido de milho). Os resultados mostraram que a estabilidade de emulsão das amostras formuladas com fibra de trigo ou fibra de aveia pôde ser melhorada com as propriedades de entumescimento do amido de milho e da proteína isolada de soja. Em um segundo estudo foi utilizado o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), adotando a metodologia de superfície de resposta para estudar os efeitos simultâneos de duas variáveis experimentais em três níveis. Os resultados mostraram que a adição de fibra de trigo e fibra de aveia até 5% promoveu a estabilidade de emulsão e a capacidade de retenção de água. Foram, então, selecionadas duas formulações de pão de carne adicionadas de fibra de trigo e fibra de aveia e uma formulação controle (sem fibra) para a avaliação da estabilidade oxidativa e microbiológica durante o armazenamento refrigerado, nos tempos 0, 20 e 40 dias após o processamento. As diferenças

encontradas podem ter sido oriundas da variação da matéria-prima e processamento, não especificamente da adição de fibras.

Palavras-chave: emulsão, CMS, fibra de trigo, fibra de aveia.

ABSTRACT

In Brazil, the high demand for use of fibers in meat products is mainly due to its high water holding capacity and possibility to manufacture formulations with reduced cost, in addition to the claims for the production of healthier products in the current consumption without guilt. With the expansion of the activity in the industry of cutting poultry, the quantity of lower commercial value peaces and bone with meat has been increased and mechanically deboned chicken meat (MDCM) has become a raw material largely used in meat products. The aim of this work was to evaluate the effects of addition of cereal fibers (wheat and oat) on the quality physico-chemicals and sensory properties of emulsioned meat product with high level of mechanically deboned chicken meat. The emulsioned meat product chosen as a model system for the study was the meat loaf. For the first study five formulations were tested: FA (5% of corn starch), FB (2.5% of isolated soybean protein), FC (5% of wheat fiber), FD (5% of oat fiber) and FE (2.5% wheat fiber, 2.5% of oat fiber, 1.58% of isolated soybean protein and 1.88% of corn starch). The results are shown that the stability of the emulsion samples made with wheat fiber or oat fiber could be improved with the enhancement properties of corn starch and isolated soybeans protein. For the second study was used Response Surface Methodology to evaluate the simultaneous effects of two experimental variables at three levels. The results showed that the addition of wheat fiber and oat fiber above 5% increased the emulsion stability and the water holding capacity. Therefore, two formulations of meat loaf added with wheat fiber and oat fiber and a formulation control (no fiber) were selected for the evaluating of oxidative and microbiological stability during refrigerated storage at times 0, 20 and 40 days after processing. The differences found could be originated from the variation of the raw material and processing, not specifically the addition of fibers.

Keywords: emulsion, MDCM, fiber, water holding capacity.

1 INTRODUÇÃO

Existem mais de 800 tipos de embutidos produzidos com carne cominuída de espécies variadas, temperadas com sal e especiarias e embutidas em tripas naturais (constituídas de tecido muscular e conectivo do intestino de animais), tripas de celulose, colágeno ou materiais sintéticos. Os principais tipos de embutidos são: fresco, defumado, cozido, cozido e defumado, semi-seco e seco (BRASIL, 2000^a; BRASIL, 2000).

Os produtos cárneos emulsionados e cozidos são obtidos através da cominuição de fibras musculares, partículas de gordura, água, sal e outros ingredientes que resultam em um produto com características de emulsão óleo em água e estabilizado após a desnaturação térmica das proteínas (cozimento). Dentre os produtos cárneos cominuídos e cozidos destacam-se as salsichas, salsichões, mortadelas, morcelas, fiambres e pão de carne (GORDON e BARBUT, 1992).

Atualmente, o consumo de produtos cárneos emulsionados e cozidos deve-se à sua conveniência, variedade, preço, valor nutricional. Além de praticidade, o consumidor moderno busca alimentos que possam trazer algum benefício à saúde aliados ao prazer do consumo e demonstra sua preferência por produtos cárneos com baixo teor de gordura, baixo teor de sódio e teor reduzido de caloria (SHAND *et al.*, 1990).

Com o aumento da demanda por alimentos saudáveis, as indústrias e institutos de pesquisas investiram no desenvolvimento de produtos com tais características. Alguns ingredientes com propriedades funcionais têm sido aplicados na indústria de alimentos, e dentre eles, destacam-se as fibras alimentares, constituindo mais de 50% do total dos ingredientes utilizados em todo o mundo (SAURA-CALIXTO, 2006).

A fibra promove o aumento da qualidade nutricional e tecnológica. Dietas com elevada quantidade de fibras podem reduzir o risco de doenças como o câncer no cólon, doenças cardiovasculares, obesidade e outras (MANSOUR *et al.*, 1999; MENDOZA, 2001). Sua incorporação em alimentos e bebidas influencia na capacidade de água, capacidade de ligação de gordura, viscosidade, geleificação, textura, além de propriedades funcionais muito apreciadas pelos consumidores.

A carne de frango mecanicamente separada (CMS) é freqüentemente utilizada em formulações de produtos cárneos cominuídos devido a sua consistência fina e baixo custo. No Brasil, essa matéria-prima é amplamente utilizada em produtos cominuídos cozidos. O uso de CMS em salsichas, embutidos fermentados e produtos de frango reestruturados foi reportado por Negrão *et al.* (2005), Correia *et al.* (2007), Perlo *et al.* (2006) e Mielnik *et al.* (2002).

A utilização da CMS que possua um teor de proteína desejável promove características tecnológicas como a retenção de água e habilidade de emulsificação. No entanto, a adição abusiva de CMS pode afetar as propriedades físicas, microbiológicas e sensoriais dos produtos conforme relatado por Daros *et al.* (2005). A tendência do aumento da adição de CMS em produtos cárneos exige cautela no controle da qualidade microbiológica, nutricional e tecnológica.

Adição de determinado ingrediente e a forma de processamento influenciarão diretamente nos atributos de qualidade tais como cor, aroma, sabor, suculência e maciez dos produtos, não devendo excluir os parâmetros de segurança alimentar. Os aspectos de qualidade de um novo produto determinam o seu sucesso (FAO, 1985). Aroma e sabor agradáveis, cor e textura desejáveis tornam-se pré-requisitos. Desta forma, para o desenvolvimento de um novo produto é necessário o conhecimento de sua

composição, estrutura, condições de processo e de que forma esses fatores irão influenciar nos aspectos sensoriais, no valor nutricional, na segurança, no custo e no marketing.

A decisão de englobar ingredientes alternativos que tragam ganhos econômicos aos fabricantes também deve considerar a opinião do consumidor. Estes ingredientes precisam atender a esta necessidade sem interferir em duas outras questões importantes: a qualidade do produto e saúde do consumidor, que está cada vez mais consciente e crítico em relação a sua alimentação.

Desta forma o presente trabalho visa estudar o efeito da adição de fibras insolúveis sobre a qualidade global de produto cárneo emulsionado cozido contendo elevado teor de carne de frango mecanicamente separada.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da adição de fibras de cereais (trigo e aveia) sobre a qualidade físico-química e sensorial de emulsões cárneas contendo elevadas proporções de carne de frango mecanicamente separada.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❑ Verificar o efeito da adição de diferentes tipos de extensores sobre as características físico-químicas e sensoriais de emulsões cárneas elaboradas com carne de frango mecanicamente separada.
- ❑ Avaliar o efeito da adição de diferentes níveis de fibras de trigo e aveia nas propriedades de retenção de água, cor e textura de emulsões cárneas cozidas contendo carne de frango mecanicamente separada.
- ❑ Avaliar a estabilidade microbiológica e oxidativa e características sensoriais das emulsões cárneas cozidas adicionadas de diferentes níveis de fibras de trigo e aveia.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PRODUTOS CÁRNEOS EMULSIONADOS

Uma emulsão cárnea, ou *batter* cárneo, pode ser descrita como uma massa com características de emulsão óleo em água, obtida do processo de elevada cominuição da carne, sal, água, gordura e outros ingredientes, que resulta em um produto cárneo estável após o tratamento térmico. Dentre os produtos cárneos cominuídos, salsichas e mortadelas são os mais conhecidos (GORDON e BARBUT, 1992).

Uma emulsão clássica consiste de duas fases de líquidos imiscíveis, no qual um deles está disperso no outro na forma de uma suspensão coloidal. Uma emulsão cárnea ou *batter* é constituída de duas fases. A fase dispersa é composta por partículas de gordura e a fase contínua de água e sais dissolvidos e proteínas suspendidas (HEDRICK *et al.*, 1993). No entanto, as partículas de gordura são algumas vezes maiores que o tamanho requerido para formar uma emulsão verdadeira (partículas dispersas menores que 20µm), não podendo chamá-la de uma emulsão clássica (LIN e LEEDER, 1974).

Segundo Hedrick *et al.* (1993), a formação de um *batter* típico consiste em duas transformações:

- entumescimento das proteínas e formação de uma matriz viscosa;
- emulsificação e solubilização das proteínas, glóbulos de gordura e água.

Na preparação de *batters* cárneos, a desintegração das estruturas das fibras do músculo aumenta a exposição das proteínas e quando o sal é adicionado à carne magra e cominuída, as proteínas miofibrilares são extraídas. O íon cloreto liga-se fortemente às proteínas resultando em um aumento das cargas negativas causando repulsão entre os filamentos das proteínas miofibrilares e entumescimento das miofibrilas (HAMM, 1972). Ocorre

depolimerização dos miofilamentos, particularmente dos filamentos finos e a solubilização e dissociação da miosina, actina e complexo actomiosina, resultando na extração dessas frações. Após a agregação inicial e formação de filamentos as estruturas começam a dissociar em concentrações de sal maiores que 0,25 M. A força iônica mínima para o entumescimento das miofibrilas é 0,6 M.

Na formação de um *batter* cárneo, uma matriz protéica estabiliza a estrutura nos produtos finais pela imobilização da água livre e previne a perda de umidade durante o tratamento térmico. As proteínas formam um filme ou membrana ao redor dos glóbulos de gordura que ajudam na estabilização. Ingredientes não cárneos tais como gomas, algumas proteínas e carboidratos também podem ser usados para promover o aumento da ligação e reduzir perdas durante o cozimento. Durante o cozimento ocorre coagulação das proteínas, imobilizando a gordura, água e outros constituintes. Isso caracteriza a textura dos produtos cárneos emulsionados. Conseqüentemente, a estabilidade da gordura e da água no sistema é muito importante na aceitação sensorial do produto (GORDON e BARBUT, 1992).

Alguns fatores como tamanho da partícula de gordura, pH, tipo de proteína solúvel e viscosidade do *batter* podem afetar a formação e estabilidade da emulsão. Durante o processo de cominuição, a temperatura pode aumentar devido ao grande atrito gerado. No entanto, se a temperatura aumentar muito durante a cominuição, a quebra da emulsão pode ocorrer durante o tratamento térmico. Hedrick e colaboradores (1993) sugerem que a temperatura final não ultrapasse de 10 - 12 °C para *batters* de aves, 15 - 18 °C, para suínos e 21 - 22 °C para bovinos, sem que a estabilidade seja afetada.

3.2 CARNE DE FRANGO MECANICAMENTE SEPARADA COMO MATÉRIA-PRIMA EM PRODUTOS CÁRNEOS

Para a produção de produtos cárneos emulsionados cozidos podem ser utilizadas carnes de diferentes espécies de animais (bovina, suína, de aves). Diferentes tecidos animais possuem variações no teor de umidade, gordura, proteína e muitas vezes na cor. O tipo de proteína também é um fator de grande importância, pois influenciará as propriedades de ligação (PRICE e SCHWEIGERT, 1987).

Segundo o regulamento técnico de identidade e qualidade (BRASIL, 2000^a) define-se carne mecanicamente separada (CMS) como aquela obtida por processo mecânico de moagem e separação de ossos de animais (bovino, suíno e ave), destinada à elaboração de produtos cárneos específicos.

Galvão (1994) e Pollonio (1994) já reportaram que devido à expansão da atividade de corte de aves na indústria, a quantidade de partes de menor valor comercial e de ossos com carne remanescente aumentou e a produção de carne de frango mecanicamente separada (CMS) passou a ser uma matéria-prima amplamente utilizada para a elaboração de produtos cárneos. Dados estatísticos apresentados anualmente pela Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos (ABEF, 2007) revelaram que o Brasil obteve uma produção de carne de aves de aproximadamente 5 milhões de toneladas em 2007. Trata-se de uma forma de adicionar uma matéria-prima cárnea de baixo custo, com propriedades nutricionais melhores que os extensores vegetais (MELLA *et al.*, 1997; BARBUT, 1985).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000^a), o qual estabelece o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de produtos cárneos emulsionados e cozidos, limita a adição de alguns ingredientes e aditivos.

A adição de carnes mecanicamente separadas é limitada em 60% para a produção de mortadelas, 20% em mortadelas Tipo Bologna, 60% em salsichas, 40% em salsichas Tipo Viena e Tipo Frankfurt, 40% em pão de carne.

3.2.1 Processo de obtenção da Carne de Frango Mecanicamente Separada

A separação mecânica da carne dos ossos é feita pela fricção dos mesmos contra paredes com orifício de diâmetros variados. Separadores mecânicos utilizam uma rosca sem fim no interior de um cilindro perfurado para forçar a passagem de carne através dos orifícios do cilindro. A estrutura desse cilindro, que funciona como uma peneira varia com a marca do equipamento, podendo ser de orifícios de diferentes diâmetros, ou aberturas entre lâminas justapostas. Pode-se dizer que esses separadores operam pelo princípio de fricção e todos eles operam com alimentação contínua. O equipamento americano BEEHIVE e o canadense POSS funcionam com base nesse princípio (BERAQUET, 1990).

Outros separadores mecânicos são providos de pistão hidráulico e fazem a remoção de carne comprimindo os ossos contra uma superfície contendo microperfurações. Esse tipo de funcionamento é a compressão. Como exemplo a utilização das máquinas PROTECON e INJECSTAR (BERAQUET, 1990).

O grande volume de carne mecanicamente separada, a expansão do seu uso em produtos tradicionais e sua conseqüente importância econômica fizeram com que os fabricantes passassem a considerar a separação mecânica não mais como uma operação unitária, mas sim como um processo. Quando a separação mecânica é encarada como uma operação unitária, as partes destinadas à separação mecânica são simplesmente encaminhadas ao separador, sem levar em consideração procedimentos de controle de qualidade (GALVÃO, 1994).

Quando a produção de carne mecanicamente separada é considerada como um processo de geração de matéria-prima para a elaboração de produtos cárneos, um cuidadoso programa de controle de qualidade é necessário. O tipo de ossos ou partes utilizadas, presença de pele, temperatura da parte no momento da desossa e o seu manejo pré-desossa devem seguir procedimentos previamente especificados (GALVÃO, 1994).

Após o processo de obtenção, a CMS é congelada em blocos podendo ser armazenada em temperaturas inferiores a -18°C por até três meses. (PETTERSEN *et al.*, 2004).

3.2.2 Características da Carne de Frango Mecanicamente Separada

A adição de CMS deve ser limitada nas formulações que permitem sua utilização. Devido à sua consistência pastosa pode conferir uma textura mais mole ao produto final, pois há perda da estrutura muscular no processo de obtenção de CMS (MELLA *et al.*, 1997).

De acordo com Galvão (1994), a separação mecânica altera a composição da matéria-prima original e o rompimento das fibras do tecido muscular resulta na diminuição das propriedades funcionais de suas proteínas (POLLONIO, 1994). A incorporação de lipídios existentes na medula óssea, na camada subcutânea e dorso com depósito abdominal de gordura resulta em uma carne com maior teor de gordura, assim como a utilização de partes com pele. O rendimento e a composição são determinados principalmente pelos tipos de partes de ossos e pela relação carne/osso, para uma mesma matéria-prima (BERAQUET, 1988). Desta forma, partes contendo mais carne resultam em carne mecanicamente separada com maiores teores de proteína.

A gordura e proteína são muito importantes na formação de uma emulsão cárnea, como citado anteriormente. A Tabela 1 a seguir apresenta a influência do tipo de matéria-prima na composição de carne de frango mecanicamente separada. Pode-se observar que os teores de gordura e umidade variam bastante enquanto que os teores de proteína mantêm-se numa faixa de 9,3 a 15,3 %.

Tabela 1. Composição química de Carne de Frango Mecanicamente Separada.

Matéria-prima	Umidade (%)	Gordura (%)	Proteína (%)
Dorso	62,8 - 69,2	18,1 - 21,2	11,8 - 13,2
Dorso + pescoço	63,4 - 72,2	14,4 - 24,2	9,3 - 14,5
Pescoço sem pele	75,5 - 76,7	7,9 - 8,5	14,1 - 15,3
Pescoço com pele	66,8 - 70,0	16,3 - 21,2	10,3 - 12,8
Poedeira	57,9 - 65,1	18,3 - 30,0	13,9 - 14,4

Fonte: Adaptada de Galvão (1994).

Além do teor de proteína e gordura, alguns aspectos tecnológicos como capacidade de retenção de água e capacidade de emulsificação são os mais afetados na qualidade tecnológica da CMS. A funcionalidade das proteínas miofibrilares determina a qualidade de emulsão formada, principalmente no que tange à textura, ao rendimento do processo e à estabilidade de emulsão. A oxidação de lipídios presentes na CMS pode causar polimerização da proteína e sua insolubilização, ruptura da cadeia polipeptídica e destruição dos aminoácidos. Essas interações influenciam negativamente as propriedades funcionais da carne. Uma matéria-prima com alta instabilidade a oxidação lipídica, como é o caso da CMS, pode sofrer grandes efeitos na funcionalidade (TRINDADE *et al.*, 2006).

Trindade *et al.* (2004) reportaram que o cálcio, o magnésio e o ferro presentes na CMS reduzem a capacidade de retenção de água (CRA). Os mesmos autores ainda relataram que a presença de tecido conjuntivo na CMS

reduz sua CRA após aquecimento a temperaturas de 60-65°C, causando enrugamento, desestabilização da emulsão, formação de gel dos produtos cárneos emulsionados. O congelamento da CMS reduz a CRA, especialmente quando realizado lentamente.

Segundo a metodologia descrita por Swift *et al.* (1961) a determinação da capacidade de emulsificação é baseada na quantidade de gordura que a carne é capaz de emulsificar. Variações na capacidade de emulsificação da CMS podem resultar de sua composição, qualidade e teor de proteína, desnaturação protéica, congelamento e estocagem. O teor de gordura na CMS é o principal fator que afeta a capacidade de emulsificação.

3.2.3 Papel dos principais ingredientes na elaboração de emulsões cárneas

A água é o componente predominante dos produtos emulsionados cozidos, somando aproximadamente 45-55% do total do seu peso. A legislação brasileira permite o máximo de 70 % de umidade (BRASIL, 2000^a). A água funciona como solvente para o sal necessário para solubilizar as proteínas solúveis em solução salina. Se a umidade presente não for suficiente, o potencial de capacidade de emulsificação pode tornar-se restrito (PRICE e SCHWEIGERT, 1987).

A carne magra contribui para a estabilidade da emulsão e propriedades físicas do produto final. Durante a preparação do *batter*, as proteínas cárneas exercem duas funções: encapsular ou emulsificar a gordura e ligar água. Se uma dessas funções não for bem desenvolvida, o processo resultará em um produto instável e sujeito à quebra durante o cozimento. Aproximadamente 55% das proteínas presentes na carne é miofibrilar, composta basicamente por miosina e actina (PRICE e SCHWEIGERT, 1987).

O sal (NaCl) é um dos ingredientes mais comuns utilizados na produção de um produto cárneo emulsionado. Possui três funções principais: realça o sabor, possui propriedades de conservação dependendo da concentração, e solubilização das proteínas miofibrilares. Desempenha um papel importante na capacidade de ligação de água e gordura, cor e sabor em produtos cárneos processados (GELABERT *et al.*, 2003).

Os fosfatos são amplamente utilizados em produtos cárneos processados. São classificados em monofosfatos, pirofosfatos, tripolifosfatos ou polifosfatos. Podem ser ácidos ou alcalinos. Os fosfatos ácidos aceleram as reações de cura, evitando a descoloração de produtos cozidos, porém sua utilização isoladamente resulta em produtos com baixos rendimentos. Polifosfatos alcalinos são usados na produção de produtos cárneos emulsionados principalmente para melhorar a capacidade de retenção de água e outras características de textura, pois elevam o pH da carne afastando-o do ponto isoelétrico (pI) das proteínas miofibrilares aumentando, desta forma, a capacidade de ligação de água (YOUNG *et al.*, 2005). Hamm (1972) sugere a influência dos polifosfatos na textura da carne é devida em parte à sua capacidade de aumentar o pH e a força iônica; quelar cátions de metais divalentes resultando num efeito não específico de força iônica; e interagir com as proteínas da carne. Diante disso, uma mistura de fosfatos ácidos e alcalinos pode ser vantajosa (PEARSON e GILLET, 1999^a).

Além disso, os fosfatos possuem ação antioxidante devido ao fato de funcionarem com agentes quelantes de íons catalizadores da reação de oxidação (YOUNG *et al.*, 2005; PEARSON e GILLET, 1999^a). A extensão desses efeitos depende de alguns fatores como o tipo e concentração de fosfato, do pH do produto, teor de NaCl, da presença de outros conservantes (nitritos e sorbatos), do tratamento térmico utilizado, entre outros.

Extensores e agentes ligantes são adicionados para melhorar a estabilidade da emulsão, capacidade de ligação de água, o rendimento após o cozimento, características de fatiabilidade, *flavor*, textura e redução dos custos de formulação. Podem ser constituídos por proteínas animais, tais como gelatina, derivados de soro de leite, caseinatos; proteínas vegetais, tais como o isolado protéico de soja que apresenta função semelhante a uma proteína cárnea em um *batter* (HEDRICK *et al.*, 1993; PRICE e SCHWEIGERT, 1987). Os carboidratos utilizados como extensores são basicamente gomas, hidrocolóides e fibras de diversas origens. A incorporação desses componentes melhora o rendimento no cozimento, aumenta a habilidade de retenção de água, modifica a textura e melhora a estabilidade durante o congelamento (MENDOZA *et al.*, 2001; JIMÉNEZ COLMENERO, 1996). Na maioria dos produtos emulsionados o teor de carboidratos totais não pode exceder a 7,0% (BRASIL, 2000^a).

3.3 TENDÊNCIAS NO DESENVOLVIMENTO E REFORMULAÇÃO DE PRODUTOS CÁRNEOS

Nos últimos anos, uma crescente preocupação com a saúde e com o bem estar do ser humano tem sido observada, tanto em países industrializados como em países em desenvolvimento. Organizações relacionadas com a saúde, tais como a Associação Americana do Coração (*The American Heart Association*), a Sociedade Americana do Câncer (*The American Cancer Society*) e a Organização Mundial da Saúde (*World Health Organization*) têm alertado a população quanto à necessidade de uma dieta balanceada (WHO, 2003).

Carne e produtos cárneos são fontes importantes de proteínas, vitaminas e sais minerais. No entanto contém gorduras, ácidos graxos saturados, colesterol, sal, cujo consumo em excesso pode prejudicar a saúde, em determinadas condições dietéticas. Sob a égide de uma tendência mundial de consumo de alimentos mais saudáveis, muitas indústrias de alimentos reconheceram a necessidade de adaptar produtos tradicionais e/ou

desenvolver novos produtos.

Jiménez Colmenero *et al.* (2001) citaram algumas estratégias para se obter um produto cárneo mais saudável, dentre elas a redução do teor de gordura, modificação do perfil dos ácidos graxos, redução do colesterol, redução das calorias, redução do teor de sódio, redução de nitrito e a utilização de ingredientes funcionais. Os tópicos apresentados a seguir abordarão algumas estratégias como redução do teor de sódio, redução do teor de gordura e a utilização de ingredientes funcionais.

3.3.1 Redução do teor de sódio

Atualmente existe uma grande preocupação com a ingestão de sódio em excesso. Doenças cardiovasculares, hipertensão arterial, na maioria das vezes estão correlacionadas ao excesso de peso e alta ingestão de sódio (PUOLANNE e RUUSUNEN, 2005; GELABERT *et al.*, 2003; JIMÉNEZ COLMENERO *et al.*, 2001).

O cloreto de sódio (NaCl) é a principal fonte de sódio na dieta alimentar, contendo 39,3% de sódio. Recomenda-se a ingestão de aproximadamente 5 – 6 g de sal/dia/pessoa, sendo que a ingestão superior a 6 g de NaCl/dia pode ocasionar problemas de hipertensão arterial com o aumento da idade. No caso de indivíduos hipertensos, é recomendado o consumo de 1 a 3 g/dia (PUOLANNE e RUUSUNEN, 2005).

Jiménez Colmenero *et al.* (2001) e Puolanne e Ruusunen (2005) reportaram que a carne é relativamente pobre em sódio, contendo menos de 100 mg de sódio por 100 g. No entanto, o teor de sódio em produtos cárneos é muito mais alto devido ao teor de sal adicionado. O teor de cloreto de sódio em embutidos cozidos finlandeses varia de 1,6% a 2,2% (0,6 – 0,9 g Na/100g), e em presuntos cozidos de 1,9% a 2,2% (0,8 – 1,2 g Na/100g) (PUOLANNE e

RUUSUNEN, 2005). No caso de produtos crus curados esse valor pode exceder 6% (JIMÉNEZ COLMENERO *et al.*, 2001).

O sal (NaCl) desempenha um papel importante na capacidade de ligação de água e gordura, cor e sabor em produtos cárneos processados (GELABERT *et al.*, 2003). O desenvolvimento de produtos cárneos com baixo teor de sal não é diretamente tão simples. Um problema particular dos produtos com baixo teor de sódio não é somente a percepção do salgado, mas também a intensidade de sabor, que diminui quando o teor de sal é reduzido (PUOLANNE e RUUSUNEN, 2005).

3.3.1.1 Substitutos de sal (NaCl)

Existem algumas estratégias para reduzir o teor de sódio em produtos cárneos: pela substituição parcial da quantidade de NaCl adicionada, por outros componentes que tenham efeitos similares sob o aspecto sensorial, tecnológico e microbiológico, como por exemplo, cloreto de potássio (KCl), cloreto de cálcio (CaCl_2) ou cloreto de magnésio (MgCl_2); substituir parte do NaCl por sais não clorados, como os fosfatos; ou por meio de novas tecnologias de processamento ou modificações no processo e combinação de todos anteriores (PUOLANNE e RUUSUNEN, 2005; MUGUERZA *et al.*, 2004; JIMÉNEZ COLMENERO *et al.*, 2001;). A substituição total do NaCl torna-se inviável por razões sensoriais, uma combinação de sais de sódio, potássio e magnésio pode produzir resultados satisfatórios (JIMÉNEZ COLMENERO *et al.*, 2001).

Gelabert *et al.* (2003) reportaram que a substituição do NaCl por KCl é limitada pelo seu residual amargo. Em seus estudos concluíram que a substituição de 33,3% ou menos de NaCl por KCl não afetam as características sensoriais de presunto curado seco. Frye *et al.* (1986) substituíram 50% do NaCl por KCl em presuntos e concluíram que as amostras com 2% de NaCl apresentaram melhores resultados sensoriais comparadas com

aquelas com KCl, que também apresentou ótimas propriedades de ligação e notas sensoriais aceitáveis. Puolanne e Ruusunen (2005) reportaram que capacidade de ligação de água e rendimento no cozimento são melhorados substituindo 15-18% de NaCl (2%) por KCl em produto tipo apresuntado.

A adição de fosfatos em produtos cárneos reduz o efeito negativo dos baixos níveis de sal pela melhora das propriedades sensoriais e tecnológicas. Com a adição de fosfatos, o teor de sal normalmente presente em um produto cárneo pode ser reduzido a 50% (JIMÉNEZ COLMENERO *et al.*, 2001).

Devido à contribuição do sal nas propriedades de ligação de água e gordura nos produtos cárneos, a redução de sal pode ter um efeito adverso na ligação de água e gordura aumentando as perdas no cozimento e enfraquecimento da textura (RUUSUNEN *et al.*, 2003). Para suprir problemas de propriedades em produtos com baixo teor de sal, como capacidade de ligação de água e gordura e propriedades de textura, um número de agentes ligantes tem sido utilizado (JIMÉNEZ COLMENERO *et al.*, 2005).

Ruusunen *et al.* (2003^a) reportaram que o uso de citrato de sódio, carragena e carboximetilcelulose (CMC) diminuem as perdas na fritura e aumentam a percepção do salgado em embutidos com baixo teor de sódio, contendo menos que 1,4% NaCl. Os autores mencionaram que citrato de sódio e carragena também aumentam a intensidade de sabor, ao passo que CMC não. Além disso, citrato de sódio, carragena e CMC aumentam a firmeza de embutidos com baixo teor de sal, mas somente o citrato de sódio aumenta a suculência quando o teor de NaCl é menor que 1,4%. Por um outro lado, citrato de sódio também aumenta o teor de sódio do produto.

Ruusunen *et al.* (2003^a) concluíram que nenhum aditivo é recomendado individualmente em produtos cárneos com baixo teor de sódio, sugerindo que uma mistura de citrato de sódio e carragena parece ser a melhor combinação. Segundo Jiménez Colmenero *et al.* (2001) a textura e a capacidade de

ligação de água pode ser melhorada pelas propriedades de formação de gel do alginato de cálcio e a atividade da transglutaminase que pode certamente ajudar nas interações protéicas (JIMÉNEZ COLMENERO *et al.*, 2001).

3.3.2 Redução do teor de gordura

Gordura e colesterol estão entre os mais citados componentes associados a problemas de saúde como doenças cardiovasculares e obesidade, segundo a literatura que trata do consumo de alimentos e saúde. Jiménez Colmenero *et al.* (2001) e Biesalski (2005) também relacionam dietas ricas em gordura com o risco de câncer do cólon. Um número de organizações relacionadas com o coração como a Associação Americana do Coração (*The American Heart Association*), a Sociedade Americana do Câncer (*The American Cancer Society*) e a Organização Mundial da Saúde (*World Health Organization*) têm alertado a população sobre os níveis de ingestão de gordura e de colesterol. Eles propuseram limitar a ingestão de gordura em até 30% do total de calorias ingeridas, ingestão de gorduras saturadas até 10 % do total de calorias ingerida e colesterol abaixo de 300 mg por dia (WHO, 2003). Essas recomendações não são somente para países industrializados, mas são também de interesse para países em desenvolvimento (JIMÉNEZ COLMENERO, 1996).

O aumento do interesse sobre o potencial risco à saúde associado com o consumo de alimentos com alto teor de gordura levou as indústrias de alimentos a desenvolverem novas formulações ou modificar produtos alimentícios tradicionais com o objetivo de reduzir o teor de gordura e/ou alterar a composição de ácidos graxos (MENDOZA *et al.*, 2001).

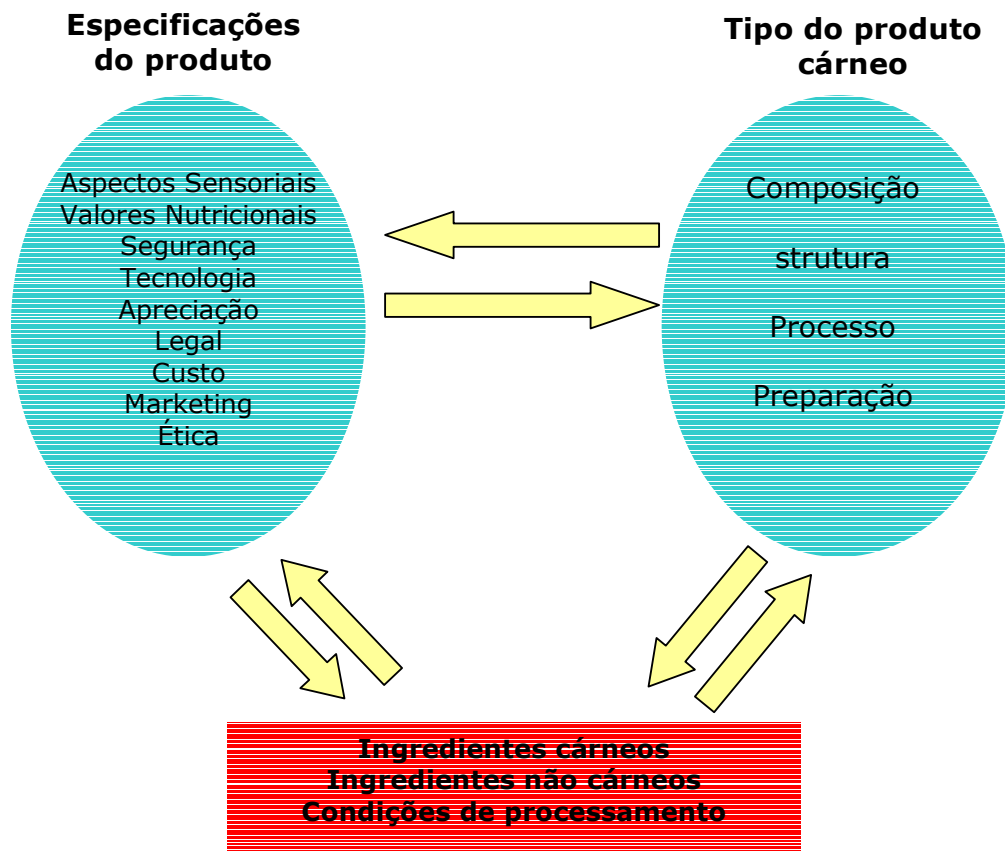


Figura 1. Principais fatores que afetam o desenvolvimento de produtos cárneos com baixo teor de gordura. Adaptado de JIMÉNEZ COLMENERO (2000).

Em produtos cárneos, a gordura contribui para o sabor, textura, suculência, lubrificação. No caso de produtos cárneos emulsionados a gordura (fase dispersa) e a água (fase contínua) são estabilizadas pelas proteínas (emulsificantes), que formam uma matriz protéica. A redução de gordura pode afetar significativamente a textura em produtos cárneos (MENDOZA *et al.*, 2001), resultando em produtos mais duros, secos e menos suculentos (PERSON e GILLET, 1999). A intensidade do sabor característico dos produtos cárneos é reduzida com a diminuição do teor de gordura. Estes fatores podem influenciar na aceitação final do produto pelo consumidor.

A decisão do consumidor na primeira compra pode estar relacionada à aparência do produto, à sua embalagem, ou até mesmo ao preço. No entanto, o sabor, o aroma, a satisfação e o prazer do consumo determinarão a continuidade do consumo do produto.

Muitos fatores devem ser levados em consideração no desenvolvimento de produtos cárneos com baixo teor de gordura (Figura 1). O sucesso na reformulação desses produtos pode ser comprometido, se não houver a análise da influência desses fatores. A tecnologia oferece recursos para o desenvolvimento de produtos com baixo teor de gordura que apresentem características funcionais e sensoriais muito semelhantes aos produtos tradicionais.

3.3.2.1 Substitutos de gordura

Os substitutos de gordura contribuem para a redução do teor de gordura sem afetar substancialmente o sabor, a textura, a suculência, entre outras propriedades funcionais (ULLOA, 1999). Em produtos cárneos, podem ser: proteínas não cárneas (soja, proteínas do leite, glúten, albumina), carboidratos (amido, pectina, celulose, gomas, hidrocolóides e maltodextrinas) (MENDOZA *et al.*, 2001; ULLOA, 1999; JIMÉNEZ COLMENERO, 1996) e compostos sintéticos (olestra, polidextrose) (PERSON e GILLET, 1999). Para atender o objetivo de redução do teor de gordura, adição de matérias-primas magras e aumento do teor de água adicionada tornam-se estratégias obrigatórias.

A utilização de proteínas possui limitações tecnológicas (resistência a tratamentos térmicos, compatibilidade com outros constituintes, como por exemplo, componentes de sabor) que restringem seu uso (MENDOZA *et al.*, 2001). Proteínas animais e vegetais são utilizadas na fabricação de produtos cárneos para aumentar o rendimento, propriedades de ligação de água e gordura, redução dos custos de formulação ou realçar propriedades

funcionais específicas (capacidade de retenção de água, emulsificação). Alguns dessas propriedades podem ser úteis para a redução do teor de gordura (JIMÉNEZ COLMENERO, 1996). Dentre as proteínas de origem vegetal, a soja desempenha um papel significativo do desenvolvimento de produtos cárneos com baixo teor de gordura. Proteínas de soja possuem a habilidade de formar gel, sendo capazes de ligar água e gordura e ajudar a estabilizar produtos cárneos emulsionados. (PEARSON e GILLET, 1999). Proteínas vegetais originárias do trigo e milho ou algodão e farinhas de aveia também são utilizadas no desenvolvimento de produtos cárneos com baixo teor de gordura (DEXTER *et al.*; 1993).

Proteínas de origem animal também são amplamente utilizadas. Dentre elas destacam-se a gelatina, com a capacidade de formar gel após o resfriamento, proteínas do leite (derivados de leite em pó desnatado, caseinatos e proteínas do soro) com propriedades de ligação de água, formação de gel e são excelentes emulsificantes (PEARSON e GILLET, 1999; DEXTER *et al.*, 1993) e proteínas do ovo, em especial as albuminas presentes na clara (JIMÉNEZ COLMENERO, 1996). Estudos realizados por Carballo *et al.* (1996) demonstraram que a clara de ovo afeta a textura, porém não afeta as propriedades de ligação em mortadela formulada com diferentes teores de gordura.

Hsu e Sun (2005) compararam o efeito de dez proteínas não cárneas como substitutos de gordura em kung-wans, um tipo de produto cárneo emulsionado característico do Taiwan e comunidades chinesas relacionadas. Foi avaliado o efeito da adição de 4% dos seguintes ingredientes: caseinato de sódio, concentrado protéico de soro de leite, leite em pó desnatado, farinha de soja, isolado protéico de soja com propriedades nutricionais, isolado protéico de soja com propriedades emulsificantes, proteína texturizada de soja, glúten de trigo, gelatina, clara de ovo em pó, em kung-wans com 10% de gordura suína. Concluíram que kung-wans produzidos com concentrado protéico de

soro de leite tiveram maiores perdas no cozimento e tiveram menor valor de b^* (intensidade de amarelo). A utilização de caseinato de sódio ou clara de ovo em pó resultou em produtos mais frágeis e a cor/aparência não foi atrativa. Produtos feitos com derivados de soja tiveram textura mais adesiva, viscosa e/ou frágil, porém com sabor e odor residuais. A utilização de gelatina resultou em produtos mais duros, coesos e gomosos, textura e a cor/aparência não foram atrativas. Produtos feitos com leite em pó desnatado não apresentaram textura firme, coesa e adesiva, gomosa ou viscosa, porém tiveram notas sensoriais superiores para cor/aparência, odor, sabor e textura em comparação com os outros produtos obtidos e obtiveram melhor aceitação global.

Os carboidratos usados na formulação de produtos cárneos com baixo teor de gordura são constituídos basicamente por gomas, hidrocolóides e fibras de diversas origens; são geralmente utilizados para melhorar o rendimento no cozimento, aumentar a habilidade de retenção de água, modificar a textura e melhorar a estabilidade durante o congelamento (MENDOZA *et al.*, 2001; JIMÉNEZ COLMENERO, 1996). Permitem a redução da gordura e ao mesmo tempo promovem atributos de lubrificação, simulando as qualidades sensoriais da gordura (OSBURN E KEETON, 2004).

Amidos e maltodextrinas são polímeros de glicose que são encontrados no milho, aveia, arroz, batata, mandioca, entre outros. Muitos deles são utilizados individualmente ou em combinação, para reduzir os níveis de gordura em vários produtos como hambúrgueres, embutidos frescos (JIMÉNEZ COLMENERO, 1996). Possuem aplicações interessantes em sistemas alimentícios emulsionados, pois podem absorver ou ligar a água que não foi retida pela matriz protéica, permitindo a maior retenção de água. Maltodextrinas podem aumentar o gel, quando hidratadas, apresentando algumas características que são similares às aquelas apresentadas pela gordura (JIMÉNEZ COLMENERO, 1996).

A carragena é um polissacarídeo e possui três frações: kappa (κ), iota (ι) e lambda (λ). Diferentes tipos de carragena produzem diferentes efeitos nos *batters* cárneos. A λ -carragena pode aumentar a capacidade de retenção de água de *batters* cárneos, no entanto diminuem a força do gel em produtos cozidos, a ι -carragena pode aumentar a firmeza de um gel cárneo com baixo teor de gordura (8%) e por último a κ -carragena pode aumentar a firmeza do gel de produtos cárneos emulsionados com 4% de gordura (HSU e SUN, 2005). Verbeken *et al.* (2005) também reportou em seus estudos que a κ -carragena é utilizada para melhorar a retenção de umidade, rendimento no cozimento, fatiamento, palatabilidade e suculência. A carragena permanece nos espaços intersticiais da matriz protéica, onde liga a água, podendo formar fragmentos de gel após o resfriamento.

A farinha de konjac é um hidrocolóide funcional de baixo valor calórico capaz de formar um gel forte e elástico sendo apropriado para a substituição de gordura em produtos cárneos (OSBURN e KEETON, 2004; JIMÉNEZ COLMENERO, 1996). Estudos realizados pelos mesmos autores demonstraram que a incorporação de 10% ou 20% de gel farinha de konjac (água, solução de CaOH a 1%, farinha de konjac e amido de milho) em embutidos de cordeiro com baixo teor de gordura (8%) proporcionam rendimento, características sensoriais e atributos de textura. A incorporação de 20% de gel de farinha de konjac reduz a coesividade, elasticidade e mastigabilidade indicando que ela poderia reduzir a dureza que algumas vezes é observado em produtos com baixo teor de gordura. O uso da goma konjac poderia reduzir o total de calorias, em comparação com os embutidos tradicionais, devido à remoção de uma parte da gordura da formulação do produto. A farinha de konjac possui ação sinérgica com a κ -carragena (50:50), goma locusta (40:60), amidos e goma xantana (PEARSON e GILLET, 1999).

Derivados de celulose, como a carboximetilcelulose (CMC), metilcelulose (MC), hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) ou celulose microcristalizada (MCC)

têm sido testadas em formulações de produtos cárneos com baixo teor de gordura (hambúrgueres, embutidos suínos, salsichas) com a finalidade de induzir modificações nas propriedades de ligação, textura e sabor (JIMÉNEZ COLMENERO, 1996). A celulose microcristalizada promove a palatabilidade em produtos cárneos devido a sua estrutura microparticulada. A incorporação de 0,15% de metilcelulose em formulações cárneas ajuda a melhorar a ligação e a capacidade de retenção de água. Derivados de celulose facilitam a extrusão e melhoram estabilidade durante o congelamento/descongelamento de produtos cárneos (PEARSON e GILLET, 1999).

As fibras dietéticas possuem funções tecnológicas, como a formação de géis, retenção de água ou lipídios, aumento da viscosidade, influenciando na textura, formação e estabilização de emulsões (DIEPENMAAT-WOLTERS *et al.*, 1993). Muitas fibras dietéticas estão sendo amplamente utilizadas em produtos cárneos não somente para conferir possíveis efeitos benéficos a saúde, mas também pelo seu potencial em substituir gorduras (CÁCERES, GARCIA, SELGAS, 2004).

Fibra de trigo, aveia, batata, beterraba, soja, arroz, maçã, limão, laranja e inulina têm sido incorporadas nas formulações de vários produtos cárneos, incluindo carne moída e embutidos (Colmenero, 2001; SANTOS, 2006).

3.3.3 Utilização de prebióticos e probióticos

O conceito de alimentos “saudáveis” engloba o que é atualmente conhecido como alimentos funcionais (JIMÉNEZ COLMENERO *et al.*, 2001). Segundo Jiménez Colmenero *et al.* (2005) um alimento funcional pode ser um alimento natural, um alimento no qual um ingrediente foi adicionado, ou removido tecnologicamente ou biotecnologicamente com o objetivo de afetar benéficamente uma ou mais funções do organismo, relevantes para a melhora do estado de saúde e bem estar e/ou redução de risco de doenças.

Dados do NBJ (NUTRITION BUSINESS JOURNAL, 2004) revelam uma crescente demanda por alimentos funcionais. Em 2003, 36% das vendas (mundial) ao consumidor foram destinadas a alimentos funcionais. O crescimento das vendas em 2003 foi equivalente a 9,1% comparado às vendas em 2002. Alimentos com valor adicional à saúde oferece interessantes oportunidades de crescimento para a indústria de alimentos (KLEEF *et al.*, 2005).

O desenvolvimento de um produto cárneo funcional ou com ingredientes funcionais, é possível hoje através de tecnologias avançadas que permitem remover, reduzir, aumentar, adicionar ingredientes ou substituir diferentes componentes por outros que apresentem alguma atividade fisiológica, seja ela a melhora do estado de saúde e do bem-estar ou redução de risco de doenças (ASWELL, 2002; COLMENERO, 2005; ROBERFROID, 1998).

Uma das tendências mais promissoras no desenvolvimento de alimentos funcionais está no uso de prebióticos e probióticos. Prebióticos são compostos que produzem efeitos benéficos no organismo ao estimular seletivamente crescimento de bactérias benéficas. Probióticos são microrganismos vivos que, quando ingeridos em quantidade suficientes exercem benefícios à saúde do consumidor (ASHWELL, 2002). Algumas aplicações de probióticos em produtos cárneos: embutidos secos preparados com bactérias ácido lácticas (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus rhamnosus*) ou bifidobactérias (*Bifidobacterium ssp*). Dentre os prebióticos utilizados no desenvolvimento de produtos cárneos destacam-se as fibras dietéticas e oligossacarídeos.

3.3.4 Utilização de especiarias e compostos bioativos com propriedades antioxidantes

Durante a estocagem, os atributos de qualidade de um produto cárneo são degradados devido à oxidação lipídica e ao crescimento microbiano. A oxidação lipídica é responsável pela redução na qualidade nutricional e alterações sensoriais, enquanto que a contaminação microbiana pode afetar a saúde de consumidor além ocasionar de perdas econômicas para o fabricante (AGUIRREZÁBAL *et al.*, 2000).

Muitos produtos cárneos processados são particularmente susceptíveis a rancidez oxidativa devido à exposição excessiva e/ou elevadas temperaturas durante o processamento. Os produtos cárneos processados, em sua maioria, utilizam antioxidantes para controlar as alterações oxidativas. Carnes curadas possuem um antioxidante efetivo, o nitrito de sódio. Alguns antioxidantes sintéticos como o BHA e BHT são comumente utilizados para retardar o desenvolvimento da rancidez em produtos alimentícios. Entretanto, consumidores cada vez mais ávidos por produtos mais saudáveis despertaram o interesse na indústria em utilizar aditivos naturais (SALLAM, 2004).

Pesquisas indicaram que a oxidação lipídica e o crescimento microbiano podem ser controlados ou minimizados pelo uso de agentes naturais. Segundo Georgantelis *et al.* (2006) o extrato de alecrim (*Rosemarinus officinalis*) tem uma potente atividade antioxidante e está sendo amplamente utilizado na indústria de alimentos. O autor menciona ainda que a atividade antioxidante do extrato de alecrim está associada à presença de uma grande quantidade de compostos fenólicos. Alguns trabalhos reportaram a efetividade do extrato de alecrim no retardamento da oxidação lipídica sistemas cárneos (CAVA, 2007; LAWRENCE *et al.*, 2004).

Formanek *et al.* (2003) estudaram a adição de extrato de alecrim em carne moída e verificaram que a oxidação lipídica e a mudança de cor

foram inibidas pela adição de extrato de alecrim. Sewalt, Robbins e Houser (2004) reportaram que a adição de 1000 mg/kg de extrato de alecrim apresentou equivalência no efeito comparado ao BHA/BHT na manutenção dos valores baixos de TBARS em embutido pré-cozido e congelado.

Além de apresentar atividade antimicrobiana, extratos de alho têm mostrado atividade antioxidante em diferentes modelos *in vitro*. A atividade antioxidante de plantas *Allium* mostrou ser atribuída a uma variedade de compostos sulfurosos e seus precursores (CAVA, 2007; NUUTILA *et al.*, 2003).

Tocoferóis (Vitamina E) são antioxidantes naturais encontrados nos lipídios de alguns alimentos. Muitas pesquisas focaram a suplementação com α -tocoferol em rações animais para melhorar a estabilidade da mioglobina e dos lipídios em carne bovina, suína e ovina. Entretanto poucas pesquisas foram conduzidas para o estudo em sistemas *in vitro* (GEORGANTELIS *et al.*, 2006).

Estudos preliminares de alguns vegetais que se desenvolvem na Europa Central mostraram que a *Geranium macrorrhizum* e a *Potentilla fruticosa* possuem propriedades distintas de seqüestro de radicais. O princípio ativo desses vegetais foram identificados com componentes polifenólicos, como flavonoides e alguns ácidos fenólicos (MILIAUSKAS, 2007).

3.4 APLICAÇÃO DE FIBRAS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS CÁRNEOS.

Hispley utilizou pela primeira vez termo fibra dietética em 1953, descrevendo-o como sendo os componentes da parede celular dos alimentos vegetais e posteriormente sugerindo que a sua ingestão poderia trazer benefícios durante a gravidez (GUILLON, CHAMP, THIBAUT, 2000). No entanto o conceito da fibra dietética emergiu em 1970 durante pesquisas médicas sobre a relação entre a dieta e a incidência de doenças crônicas, especialmente quando a dieta incluía polissacarídeos (BURKITT, 1983).

Ao longo dos anos muitas definições de fibras dietéticas vêm sendo aplicadas. Basicamente estão divididos em três visões: botânicas – principalmente constituintes da parede celular dos vegetais-, química – polissacarídeos, excluindo-se o amido-, fisiológico e nutricional – todos os polissacarídeos, lignina, resistentes à digestão no trato gastrintestinal (GUILLON, CHAMP, THIBAUT, 2000).

De acordo com a American Association of Cereal Chemistry (AACC, 2001), fibra alimentar pode ser definida como a parte comestível de plantas ou carboidratos análogos, que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Inclui também polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina substâncias associadas a vegetais.

Buckeridge *et al.* (1997) descrevem que fibras são constituídas por associações de polímeros de alta massa molecular, macromoléculas que compreendem dois grupos químicos: aqueles com estrutura de polissacarídeos vegetais, celulose, hemicelulose, pectina e outros grupos sem a referida estrutura: a lignina, assim como gomas e mucilagens.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define fibra alimentar como “qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo de humano” (BRASIL, 2003).

A Tabela 2 a seguir apresenta algumas definições de acordo com algumas organizações e países.

Tabela 2. Sugestões de definição por organizações ou países.

Organização/País	Definição e constituintes da fibra dietética
COST	Lignina, inositolfosfato, amido modificado, oligossacarídeos, polissacarídeos da parede celular vegetal, inulina, polidextrose.
CIAA	Constituintes orgânicos não hidrolizados pelas enzimas digestivas humanas.
CEEREAL	Polissacarídeos não digeríveis, lignina.
Bélgica	Oligo e polissacarídeos não digeríveis, lignina.
Croácia, Alemanha, Noruega e Suécia	Polissacarídeos não digeríveis, lignina.
Comitê Científico para Alimentos	Oligossacarídeos e polissacarídeos e derivados hidrofílicos que não são digeridos e absorvidos no sistema gastrointestinal.

Fonte: Adaptado de Dysseler (1997).

A origem das fibras está nas células vegetais que têm sua maturação caracterizada pelo desenvolvimento de substâncias não-digeríveis, principalmente celulose e lignina. Podem ser classificadas de acordo com a sua solubilidade em água, como solúveis e insolúveis (FERNÁNDEZ-GINÉZ *et al.*, 2004) e exibir diferentes propriedades de acordo com sua fonte (cereais, frutas, etc.), índice de maturação, processamento, entre outros (SANTANA, 2005; ALESON-CARBONELL *et al.*, 2005). Fibras insolúveis incluem principalmente celulose, lignina e hemicelulose; fibras solúveis incluem pectinas, beta-glucanas, gomas galactomananas e uma grande variedade de oligossacarídeos não digeríveis incluindo inulina.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o valor diário de referência (VDR) para fibra alimentar é de 25g, conforme descrito na Resolução RDC nº 360 (BRASIL, 2003). A Tabela 3 a seguir apresenta a

ingestão diária recomendada de fibras dietéticas em diversas localidades do mundo.

Tabela 3. Ingestão diária recomendada de fibra dietética.

Localidade	Ingestão diária recomendada (g)	Base	Referência
No mundo	27 - 40	FDT	World Health Organization
França	25 - 30	FD	Gastroenterologista Francês ¹
Bélgica	26 - 38 (M)/19 - 28 (F)	FD	Nacional Council for Nutrition ²
Reino Unido	18	PNA	Departament of Health Dietary Reference Values.
Alemanha	30	FD	Germany Society of Nutrition
Itália	19	FDT	National Nutrition Institute
EUA	25	FD	American Health Fundation
Japão	20 - 25	FDT	Ministry of Health and Welfare

¹ Não publicado. ² Não oficial. FDT: fibra dietética total (AOAC, 1995), FD: fibra dietética (método não indicado), PNA: polisacarídeos não amiláceos (EGLYST *et al.*, 1982). Fonte: adaptado de Cho *et al.*, 1999).

Fibras dietéticas promovem propriedades fisiológicas, por exemplo, aumento do volume fecal, limitando a ingestão de calorias e favorecendo a regulação dos níveis de glicose na circulação sanguínea, prevenindo doenças cardiovasculares, câncer de colon e constipação pelo regulamento de trânsito intestinal (HOLM, 2003; ANON 2001).

Além destes potenciais efeitos fisiológicos, a adição de fibras em produtos cárneos também possui uma função coadjuvante tecnológica. Sua presença pode melhorar as propriedades de retenção de água e gordura, textura ou estabilidade da emulsão de produtos cárneos e pode ajudar a suprir efeitos produzidos pelas mudanças na formulação sobre as características de

produtos cárneos, por exemplo, redução do teor de gordura.

A inulina é obtida a partir de uma mistura de poli e oligossacarídeos com um grau de polimerização entre 2 e 60 extraídos de chicória e é muito utilizada em vários produtos cárneos (ARCHER, 2004). Anandh (2003) descreveu que a ingestão de oligossacarídeos beneficia a flora intestinal, reduz os níveis de glicose na corrente sanguínea e reduz a produção de carcinogênicos no intestino (ANANDH, 2003). Foi usada como substituto de gordura em embutidos, apresentando bons resultados (ARCHER *et al.*, 2004; BARRETTO, SANTOS e POLLONIO, 2006).

Segundo recomendações do Codex Alimentarius (2006), para que um determinado alimento seja fonte de fibras ele deve conter pelo menos 3% de fibras dietéticas ou 1,5g de fibras por 100 kcal de produto. Para que seja denominado rico em fibras, ele deve conter pelo menos 6% de fibras dietéticas ou 3g de fibra por 100 kcal de produto. Devido ao seu peso molecular e organização estrutural, a inulina é capaz de formar gel a temperatura ambiente. Por esta razão, ela oferece uma textura semelhante à dada pela gordura e contribui para a maciez de embutidos cozidos (BARRETTO *et al.*, 2006; SELGAS, CÁCERES, GARCÍA, 2004). Mendoza *et al.* (2001) também reportaram a utilização de inulina em embutidos fermentados obtendo resultados sensoriais bastante aceitáveis.

Informações técnicas, aplicações de algumas fibras como ingredientes são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Alguns exemplos de fibras utilizadas como ingredientes.

Fibra	Nome comercial	Fornecedor	Características
-------	----------------	------------	-----------------

Fibra de aveia	Oat fibre herbacel HF 01-HF 07	Herbafood Nahrungsmittel	88-98% de fibra dietética, principalmente insolúvel. Cor: branca. Sabor: neutro. CRA: 7g H ₂ O g/g de matéria seca. Aplicações: produtos de panificação, produtos cárneos, bebidas.
Fibra de trigo	Vitacel wheat fibre	JRS	98% de fibra dietética, principalmente insolúvel. Cor: branca. Sabor: neutro. CRA: 3,5 – 7,4 g H ₂ O g/g de matéria seca. Aplicações: produtos de panificação, carnes processadas, embutidos.
Fibra de laranja	Vitacel orange fibre	JRS	60% de fibra dietética, destas aprox. 50% é solúvel. Cor: amarelo claro. Sabor: levemente amargo. CRA: aprox. 8 g H ₂ O g/g de matéria seca. Aplicações: barra de cereias, snacks, molhos e bebidas.
Fibra de soja	Fibrarich	VaessenSchoemaker Chemische Industrie	50% de fibra dietética, principalmente insolúvel. Cor: creme claro. Sabor: suave Alta CRA. Aplicações: melhora a estrutura de uma grande variedade de produtos cozidos.
Inulina	Frutafit	Sensus	Fibras solúveis. Aplicações: biscoitos, produtos matinais, sorvetes, produtos cárneos.
Frutooligossacarídeos	Raftilose	Orafti Active Food Ingredients	

Fonte: Adaptado de GUILLON, CHAMP, THIBAUT, 2000.

Fibras dietéticas de trigo, aveia, batata, beterraba, soja, arroz, maçã, limão, laranja e outras têm sido incorporadas nas formulações de vários produtos cárneos, incluindo carne moída e embutidos (Colmenero, 2001; SANTOS, 2006).

Um outro tipo fibra insolúvel fabricada a partir da porção de alto conteúdo de celulose da casca de aveia, soja, ervilha, arroz ou do farelo de milho ou trigo é o o Z-trim®. Contribui com o conteúdo de fibras totais e

propicia melhor textura a uma variedade de alimentos, inclusive produtos cárneos (AKOH, 1998). Atualmente é fabricado pela empresa americana Fibergel. No Brasil, o Z-trim[®] é distribuído pelas empresas Kraki e Vogler, e foi considerado o ingrediente mais inovador no mercado de alimentos, na 12ª Food Ingredients South American (2006), principal feira do setor de matérias-primas para alimentos (BARRETTO, 2007).

García *et al.* (2002) e Desmond *et al.* (1998) utilizaram fibras em embutidos fermentados secos para melhorar a textura, o rendimento no cozimento, a redução no custo da formulação, obtendo bons resultados. No entanto, Muguerza e colaboradores (2004) verificaram que a adição de fibra de cereais (trigo e aveia) nos níveis 1,5 e 3,0%, em embutidos fermentados secos, resultaram em produtos mais duros e coesos. Mansour e Khalil (1997) reportaram a utilização de fibra de trigo em hambúrguer de carne bovina com baixo teor de gordura. A adição de fibra (5, 10 e 15%) aumentou significativamente ($p < 0,05$) o rendimento no cozimento, resultante de uma melhora na capacidade de ligação de água.

Santos *et al.* (2007) pesquisaram a influência da adição de até 5% de fibra de trigo e aveia nas características tecnológicas de embutido emulsionado cozido que contém carne de frango mecanicamente separada. A utilização isolada de fibra de trigo ou fibra de aveia como extensores apresentou resultados de capacidade de retenção de água muito próximos ao seu uso combinado com amido de milho e proteína texturizada de soja. Resultou no aumento dos valores de L^* , redução dos valores de a^* e aumento dos valores de b^* . Atributos como dureza e mastigabilidade sofreram aumento significativo com utilização de fibra de trigo e/ou aveia isoladamente ou em combinação com os demais extensores.

4 EFEITOS DA ADIÇÃO DE DIFERENTES EXTENSORES NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS DE EMULSÕES CÁRNEAS COZIDAS CONTENDO CMS

4.1 INTRODUÇÃO

Atualmente muitas pesquisas vêm sendo realizadas sobre aplicações de várias proteínas não cárneas, extensores ou substitutos de gordura em produtos cárneos emulsionados. Estudos científicos reportam que a adição de fibras em produtos cárneos resulta no melhoramento do rendimento durante o cozimento, redução do custo da formulação e propriedades de textura (DIPENMAAT-WOLTERS, 1993). O isolado protéico de soja e o amido nas suas mais variadas formas são os extensores mais comumente utilizados no desenvolvimento de produtos cárneos.

Dentre as vantagens do uso da proteína isolada de soja destacam-se baixo sabor residual, baixo custo, alto valor nutricional, propriedades de hidratação, geleificação, emulsificação, elasticidade. A proteína isolada de soja é largamente utilizada em mortadelas, salsichas, presuntos, hambúrgueres e empanados de frango. Lemaire (1978) reportou a incorporação de concentrado protéico de soja em hambúrgueres de carne bovina para melhorar a retenção de água e promover a suculência do produto. Hsu e Lung-Yueh Sun (2005) utilizaram 4% de isolado protéico de soja em *Kung-wan* obtendo um aumento significativo no rendimento durante o cozimento.

O amido é utilizado na elaboração de vários produtos cárneos devido à sua estabilidade durante o processo de congelamento e descongelamento. O amido promove a retenção de umidade do gel, aumenta a viscosidade e possui ação sinérgica com outros extensores. KNIGHT e PERKIN (1991) reportaram que embutidos com baixo teor de gordura contendo amido de mandioca foram mais suculentos que embutidos com proteína de soja, enquanto que o

resultado da análise de perdas durante o cozimento foi similar.

No Brasil, a grande procura pela utilização de fibras em produtos cárneos é principalmente devido à sua alta capacidade de retenção de água e conseqüente possibilidade de diminuição de custo, além dos apelos comerciais que os itens mais saudáveis podem ter no contexto atual de consumo sem culpa. A incorporação de água e fibras em equilíbrio na formulação pode auxiliar na obtenção de produtos cárneos com redução de custos finais (BARRETTO, 2007).

A utilização de fibras pode ocorrer de forma isolada ou em combinação com outros ingredientes em formulações de produtos cárneos emulsionados (FERNANDEZ-GINES *et al.*, 2004). Dentre as fibras insolúveis, recebem destaque neste trabalho as fibras de trigo e de aveia. As vantagens do uso de fibra de aveia estão em sua habilidade em reter a umidade, prevenindo o ressecamento durante o processo de cozimento, propriedades de suculência e capacidade de reter os flavorizantes naturais da carne (MEINHOLD, 1991). Mansour e Khalil (1997) utilizaram fibra de trigo nos teores 5%, 10% e 15% em hambúrguer de carne bovina obtendo como resultados aumento no teor de umidade no produto final, aumento do rendimento durante o cozimento e melhora na redução do diâmetro durante o processo de cocção.

A carne mecanicamente separada (CMS) de frango é uma matéria-prima cárnea muito utilizada na elaboração de produtos cárneos. A CMS é produzida através de equipamentos próprios do tipo desossadores mecânicos, utilizando partes de frango de baixo valor comercial como o dorso e o pescoço (SOUSA *et al.*, 2003). A adição de carnes mecanicamente separadas é limitada em 60% para a produção de mortadelas, 20% em mortadelas Tipo Bologna, 60% em salsichas, 40% em salsichas Tipo Viena e Tipo Frankfurt, 40% em pão de carne (Brasil, 2000^a).

Essa tendência da utilização de fibras apresenta um avanço importante no segmento de produção de derivados de carne, não somente pelas suas propriedades funcionais no que diz respeito à saúde, mas também pelas suas funções tecnológicas. No entanto, poucos estudos têm reportado a interação de fibras de cereais e carne de frango mecanicamente separada (CMS) em emulsões cárneas.

4.2 OBJETIVO

Verificar o efeito da adição de diferentes extensores sobre as características físico-químicas e sensoriais de emulsões cárneas elaboradas com carne de frango mecanicamente separada.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, o produto cárneo emulsionado escolhido como sistema modelo para o estudo foi o pão de carne. As características de formulação atenderam ao regulamento técnico de identidade e qualidade para este tipo de produto (BRASIL, 2000^a), que comporta a possibilidade da adição de vegetais. Neste estudo não houve a adição de vegetais, pois a heterogeneidade obtida no produto com a adição destes ingredientes ocasionaria interferências nos resultados das análises.

Foram utilizadas as seguintes matérias-primas cárneas, comum para todas as formulações: carne de frango mecanicamente separada congelada, acém bovino resfriado e paleta suína congelada. A CMS foi obtida da mistura de dorso e pescoço da carcaça sem pele e congelada em blocos de 16 kg. Todas as matérias-primas foram fornecidas pelo Frigorífico Martini, localizado em Valinhos, SP, Brasil.

As fibras foram cedidas pela JRS e Söhne. Neste experimento foram utilizadas as fibras de trigo Vitacel[®] WF200 e aveia Vitacel[®] HF 600, cujas

especificações são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Especificações da fibra de trigo (Vitacel® WF200) e da fibra de aveia (Vitacel® HF 600).

Fibra	Fibra de trigo	Fibra de aveia
Fibra alimentar	Mín. 94% das quais: 74% de celulose 26% de hemicelulose <0,5 % de lignina	93% insolúvel das quais: 70% de celulose 25% de hemicelulose <5 % de lignina Máx. 3% solúvel.
Dimensões (µm)	Comprimento: 250 Largura: 25	Comprimento: <100
Características sensorias	Aparência: pó branco Odor: neutro Sabor: neutro	Aparência: pó branco Odor: neutro Sabor: neutro
CRA (g água/g peso seco)	3,5 a 7,4	---
Densidade (g/l)	75	180 a 240
Valor calórico (kcal/g)	0,07	0,06
Outras informações	Livre de glúten e Ácido fítico	Livre de glúten e Ácido fítico

4.3.1 Caracterização da matéria-prima cárnea

□ *Carne de Frango Mecanicamente Separada (CMS)*

Após o recebimento em no máximo 15 dias de seu processamento a CMS foi submetida às análises (em triplicata) de composição centesimal: umidade (secagem em estufa a 105°C, AOAC 1997), proteína (Kjedahl f=6,25, AOAC 1997), lipídios (BLIGH e DYER, 1959), cinzas (incineração em mufla a 550°C, AOAC 1997) e carboidratos (por diferença); cor: em espectrofotômetro Colorquest II-hunter lab calibrado previamente, operando com iluminante D65, ângulo do observador 10°, no modo de calibração RSEX (reflectância especular excluída) e no sistema CIELAB, onde L* representa a luminosidade,

a* o eixo vermelho-verde, b* o eixo amarelo-azul (em coordenadas cartesianas) e C* a cromaticidade e h o grau de tonalidade (em coordenadas polares); estabilidade oxidativa através do método de TBARS (Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico), segundo Tarladgis *et al.* (1960) e análises microbiológicas: contagem padrão em placas, contagem total de psicrotróficos, coliformes totais e fecais segundo a metodologia descrita em *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (DOWNES; ITO, 2001).

4.3.2 Planejamento do experimento

O *batter* cárneo adicionado dos diferentes extensores foi elaborado de acordo com os procedimentos usuais de preparo de emulsões cárneas cozidas. Os extensores utilizados neste estudo foram amido de milho, proteína isolada de soja, fibra de trigo e fibra de aveia.

Foram obtidas cinco formulações (Tabela 6): FA (5% de amido de milho), FB (2,5% de proteína isolada de soja), FC (5% de fibra de trigo), FD (5% de fibra de aveia) e FE (2,5% de fibra de trigo; 2,5% de fibra de aveia, 1,58% de proteína isolada de soja e 1,88% de amido de milho). A adição de amido e proteína isolada de soja foram limitadas de acordo com os padrões legais vigentes (BRASIL, 2000^a), que também limita a adição de CMS em 40%.

Após a obtenção do *batter* cárneo, amostras de cada formulação foram avaliadas em triplicata quanto à estabilidade de emulsão. Após uma semana do processamento foram realizadas análises de composição centesimal, capacidade de retenção de água, cor e textura. Na segunda semana após o processamento foi realizada uma análise sensorial para verificar a aceitação dos atributos cor, sabor, textura e aceitação global. A metodologia das análises está descrita nos itens a seguir.

Tabela 6. Percentuais dos ingredientes usados nas formulações.

Matéria - Prima	Formulações (%)				
	FA	FB	FC	FD	FE
Carne bovina	14,25	14,88	14,25	14,25	13,39
Carne suína	8,29	8,91	8,29	8,29	7,42
CMS	38,16	38,78	38,16	38,16	37,29
Gordura suína	7,00	7,62	7,00	7,00	6,14
Gelo	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Sal	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61
Nitrito de sódio	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Tripolifosfato de sódio	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Eritorbato de sódio	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Condimento para salsicha	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Pimenta branca	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Noz-moscada	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fibra de trigo	0,00	0,00	5,00	0,00	2,50
Fibra de aveia	0,00	0,00	0,00	5,00	2,50
Proteína isolada de soja	0,00	2,50	0,00	0,00	1,58
Amido de milho	5,00	0,00	0,00	0,00	1,88
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

FA: 5% de amido de milho;

FB: 2,5% de proteína isolada de soja;

FC: 5% de fibra de trigo;

FD: 5% de fibra de aveia;

FE: 2,5% de fibra de trigo; 2,5% de fibra de aveia, 1,58% de proteína isolada de soja e 1,88% de amido de milho.

Relação Umidade/Proteína esperada no produto acabado: FA: 7,8; FB: 6,0; FC: 7,8; FD: 7,8; FE: 6,7.

4.3.2.1 *Processamento*

Após o toalete e moagem, em triturador com disco de 3,5 mm de diâmetro, as matérias-primas cárneas (bovina, suína e CMS) a uma temperatura de 0°C, adicionadas de sal e metade do gelo, foram levadas para a primeira etapa da cominuição, realizada em *cutter* industrial. Nitrito de sódio e tripolifosfato de sódio previamente solubilizados em água foram adicionados em uma segunda etapa da cominuição. Após a dispersão da gordura, condimentos e o restante do gelo, o(s) extensor(es) foram adicionados e o *batter* processado no *cutter* com monitoramento de temperatura de forma que a mesma não excedesse 12°C ao final do processo. Padronizou-se para esta última etapa da cominuição a duração de 3 minutos.

O *batter* de cada formulação foi acondicionado em formas de alumínio em porções de aproximadamente 2400 g e conduzidas para a cocção em estufa, com programa de cozimento com controle de umidade e temperatura até que atingissem 85°C no seu centro térmico. Após cocção, a massa foi resfriada em banho-maria de água gelada até que os produtos atingissem temperatura ambiente. As amostras foram embaladas em sacos de polietileno, seladas a vácuo e mantidas sob refrigeração até o momento das análises.

O Fluxograma de processamento é apresentado na Figura 2.

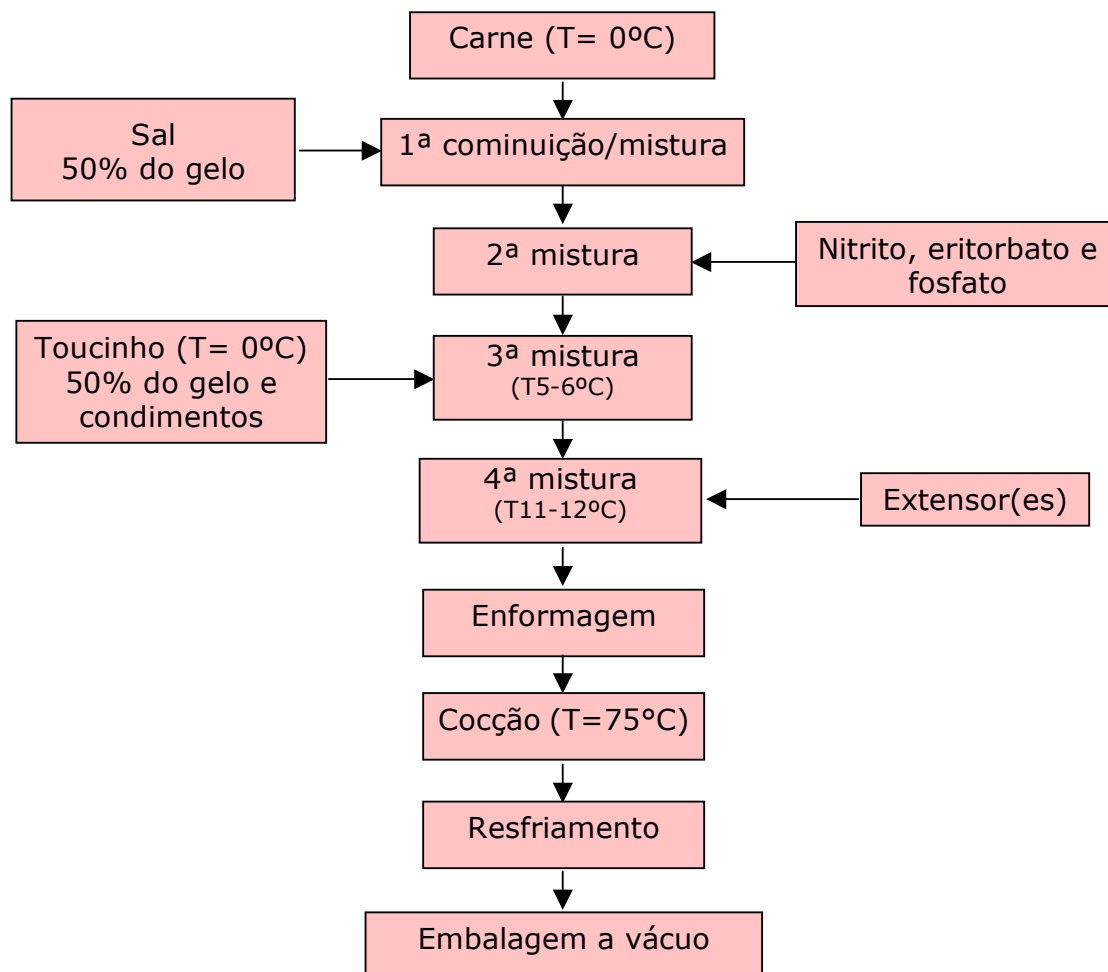


Figura 2. Fluxograma de processamento. Fonte: Adaptada de POLLONIO (1994).

4.3.2.2 Análises físico-químicas

□ *Estabilidade de emulsão*

Após cominuição, da carne e formação da emulsão, três amostras de 50 g de cada formulação foram retiradas aleatoriamente da massa crua, acondicionadas em embalagens termorresistentes, termoseladas a vácuo e levadas ao banho-maria com água a 70°C por 60 minutos (Figura 3) e analisadas quanto à estabilidade da emulsão, segundo o método de Parks e Carpenter (1987).

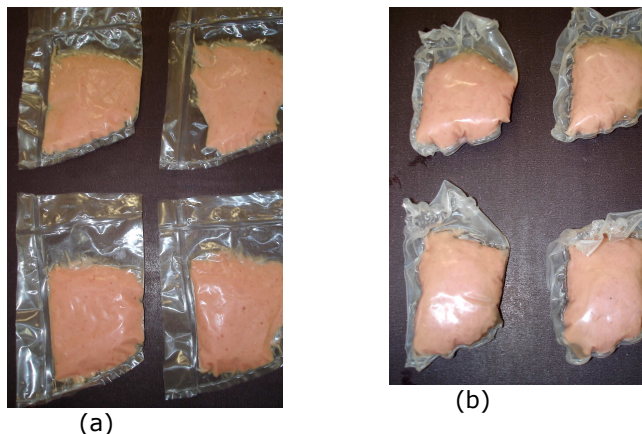


Figura 3. Análise de estabilidade de emulsão - Estudo da adição de diferentes extensores. (a) acondicionamento das amostras em embalagens termorresistentes. (b) amostras após tratamento térmico, ainda embaladas.

□ Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água das amostras cozidas foram determinadas segundo o método de Wierbicki e Deathirage (1958). Foram pesados aproximadamente 0,3 g de amostra em papel de filtro. O conjunto amostra+papel de filtro foi colocado entre duas placas de plexiglass e prensada por 2 minutos a 500 pis (Figura 4). As áreas foram medidas com planímetro digital e a porcentagem de água livre calculada pela razão da área do filme cárneo sobre a área total.

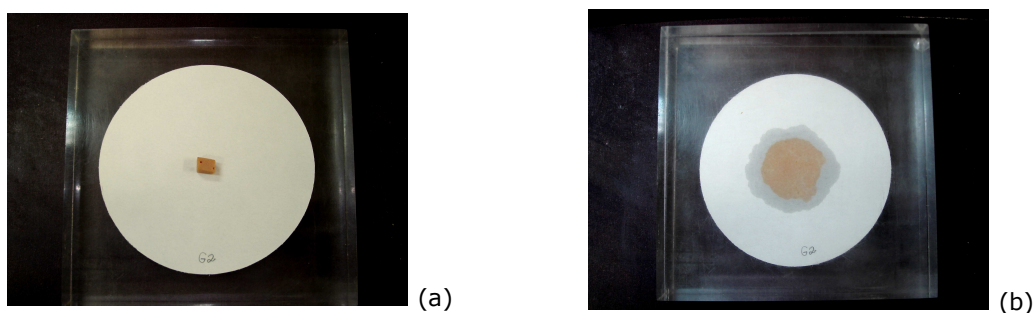


Figura 4. O conjunto amostra+papel em placa de plexiglass - Estudo da adição de diferentes extensores. (a) anterior a presagem. (b) após a prensagem.

❑ *Composição centesimal*

Após o processo de cocção, amostras de cada formulação foram submetidas às análises (em triplicata) de umidade (secagem em estufa a 105°C, AOAC 1997), proteína (Kjedahl f=6,25, AOAC 1997), lipídios (BLIGH e DYER, 1959), cinzas (incineração em mufla a 550°C, AOAC 1997) e carboidratos (por diferença).

❑ *Cor*

Para esta análise, a massa cozida foi fatiada em porções com espessura 2 cm, utilizando-se três fatias pra cada ensaio, sendo realizadas 3 leituras para cada fatia. Cada leitura foi resultado da média de três pontos distintos na mesma fatia (mesmo lado) em espectrofotômetro Colorquest II-hunter lab (Figura 5) calibrado previamente, operando com iluminante D65, ângulo do observador 10°, no modo de calibração RSEX (reflectância especular excluída) e no sistema CIELAB, onde L* representa a luminosidade, a* o eixo vermelho-verde e b* o eixo amarelo-azul, em coordenadas cartesianas e C* a cromaticidade e h o ângulo de tonalidade, em coordenadas polares. Todas as amostras estavam em temperatura ambiente.



(a)

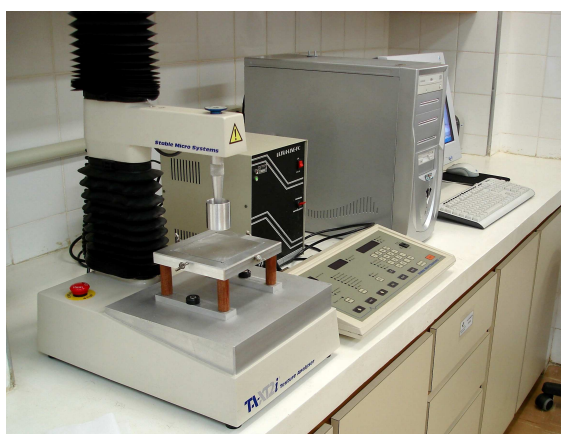


(b)

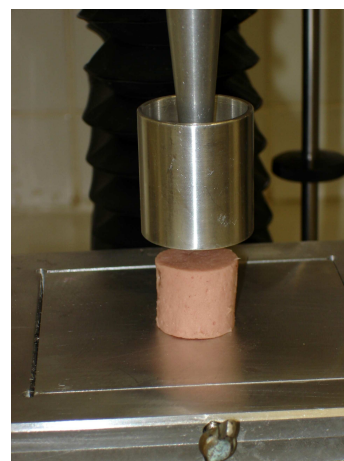
Figura 5. Análise de cor – Estudo da adição de diferentes extensores. (a) espectrofotômetro Colorquest II-hunter lab. (b) amostra no momento da leitura.

❑ *Análise do perfil de textura*

Foi realizado segundo método descrito por Bourne (1978), em texturômetro TA-XT2i (Stable Micro Systems, Godalming, UK) conforme apresentado na Figura 6. Foram retirados aleatoriamente de cada amostra cinco cilindros de 2,5 cm de diâmetro e 2 cm de altura. As condições de análise foram: velocidade de 1mm/s, distância de 30% e força de 0,05g. O probe utilizado foi o P-35 (haste longa/base normal). Todas as medidas foram feitas em temperatura ambiente.



(a)



(b)

Figura 6. Análise do perfil de textura - Estudo da adição de diferentes extensores. (a) texturômetro **TA-XT2i**. (b) probe P35 e amostra para análise.

4.3.2.3 *Análise sensorial*

Foram recrutados sessenta provadores não treinados, de ambos os sexos, consumidores de produtos cárneos emulsionados cozidos, compostos por estudantes e/ou funcionários da instituição onde foi conduzida a análise. Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos do Instituto Mauá de Tecnologia (EEM-IMT), em cabines individuais, com o controle da temperatura ambiente e utilização de iluminação adequada.

Foi aplicado um teste de aceitação (teste afetivo), onde os provadores expressaram suas opiniões sobre o produto através de uma escala hedônica estruturada de nove pontos variando de 9 (gostei extremamente) a 1 (desgostei extremamente) de acordo com a metodologia descrita por Stone e Sidel (1993). Os atributos avaliados foram cor, sabor, textura e aceitação global. O modelo da ficha sensorial utilizada encontra-se no APÊNDICE A.

4.3.2.4 Tratamento estatístico

Todas as análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas em triplicata, exceto a análise do perfil de textura que foi realizada em quintuplicata. Os resultados, incluindo os dados experimentais da análise sensorial, foram tratados por análise de variância (ANOVA), para verificar se as amostras foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$). A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey sendo a diferença mínima estabelecida ao nível de 5% de significância. Os cálculos foram realizados através do *software* STATISTICA 5.5 para Windows (STATSOFT Inc., 2000).

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.4.1 Caracterização da matéria-prima cárnea

□ Carne de Frango Mecanicamente Separada

A Tabela 7 apresenta os resultados da análise de composição centesimal da CMS. Os valores de umidade, gordura, proteína e cinzas estão de acordo com os parâmetros encontrados na legislação e na literatura.

Tabela 7. Composição centesimal da CMS sem pele.

Componente	
e	M% (DP)
Umidade	66,53 (0,51)
Gordura	19,92 (0,53)
Proteína	11,19 (0,36)
Cinzas	1,34 (0,11)
Carboidratos*	1,02
Total	100

M=Média; DP=Desvio Padrão.

*Carboidrato obtido por diferença

A seguir, são apresentados os resultados da análise dos parâmetros de cor L*, a* e b* (Tabela 8). A hemoglobina proveniente da medula óssea da carcaça da ave contribui para o resultado da intensidade de vermelho (a*) e conseqüentemente para o grau de tonalidade (h).

Tabela 8. Parâmetros de cor no padrão CIE L*a*b* e L*C*h para CMS a 15°C.

L*	a*	b*	C*	h
M(DP)	M(DP)	M(DP)	M(DP)	M(DP)
56,94 (0,82)	18,39 (0,76)	21,03 (0,49)	27,94(0,81)	48,84(0,80)

M=Média; DP=Desvio Padrão.

Para verificação do nível de oxidação e microbiologia foram realizados os testes de TBARS (Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico) e microbiológicos. Os resultados são expressos a seguir.

- TBARS:1,9 mg de malonaldeído/kg de amostra.
- Contagem padrão em placas: $6,0 \times 10^5$ UFC/g
- Contagem total de psicrotróficos: $4,1 \times 10^5$ UFC/g
- Coliformes totais: $1,1 \times 10^3$ NMP/g e Coliformes fecais: $1,1 \times 10^3$ NMP/g

(Legislação RDC 12: $m = 10^3$, $M = 10^4$).

4.4.2 Análises físico-químicas

A Figura 7 a seguir apresenta o perfil das peças de pão de carne adicionado dos diferentes extensores após a abertura da embalagem a vácuo. Pode-se observar que a adição dos diferentes extensores nos níveis estudados influencia na cor das amostras.



Figura 7. Pão de carne adicionado dos diferentes extensores.

Os resultados apresentados na Tabela 9 demonstram que a formulação FA (com adição de amido somente) apresentou menor porcentagem de exsudato ($p < 0,05$) indicando melhor estabilidade da emulsão. A formulação FE (com todos os extensores) apresentou uma estabilidade de emulsão melhor que as formulações FB (com proteína isolada de soja), FC (com fibra de trigo),

FD (com fibra de aveia). Desta forma, o uso combinado dos diferentes extensores nas proporções estudadas apresenta melhores resultados do que a utilização isolada dos mesmos.

Tabela 9. Teor de exsudato após teste de estabilidade de emulsão e CRA.

Formulação	FA	FB	FC	FD	FE
Exsudato (%)	8,5 ^a	39,6 ^b	15,5 ^c	17,2 ^d	11,4 ^e
H₂O (%)	38,9 ^a	41,8 ^{ab}	51,4 ^b	51,1 ^b	43,3 ^{ab}

^{a,b,c} médias na linha que não apresentam a mesma letra são diferentes significativamente, $p < 0,05$, $n = 3$ (Teste Tukey).

FA: 5% de amido de milho;

FB: 2,5% de proteína isolada de soja;

FC: 5% de fibra de trigo;

FD: 5% de fibra de aveia;

FE: 2,5% de fibra de trigo; 2,5% de fibra de aveia, 1,58% de proteína isolada de soja e 1,88% de amido de milho.

Conforme citado no item 4.3.2, a capacidade de retenção de água foi expressa em termos de teor de H₂O (%) retida no papel de filtro. Desta forma quanto menor o teor de H₂O, maior será a capacidade de retenção de água da amostra. Os resultados obtidos na análise de teor de água livre revelaram que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações FB (com proteína isolada de soja), FC (com fibra de trigo), FD (com fibra de aveia), FE (com todos dos extensores). Resultados obtidos por Desmond *et al.* (1998) demonstraram que a adição de 2% de fibra de aveia aumentou a capacidade de retenção de água em *beef burger* com baixo teor de gordura.

Conforme pode ser observado na Tabela 10, a adição de extensores resultou na elevação do teor de carboidratos na formulação FE (com todos os extensores) e conseqüentemente redução nos teores de umidade e gordura, em comparação com as demais formulações ($p < 0,05$). Não houve diferença significativa nos teores de cinzas ($p < 0,05$).

Na formulação FB (com proteína isolada de soja) é possível observar a influência da adição de proteína isolada de soja no teor de proteína da amostra.

Tabela 10. Composição centesimal das formulações testadas.

Formulação	Umidade (%)	Proteína (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)	Carboidrato*
FA	66,64 ^a	8,69 ^a	21,18 ^a	2,65 ^a	0,84 ^a
FB	65,79 ^a	10,02 ^b	21,50 ^a	2,69 ^a	0,00 ^b
FC	65,16 ^b	9,22 ^a	21,85 ^a	2,70 ^a	1,07 ^c
FD	64,56 ^c	8,80 ^a	21,77 ^a	2,99 ^a	1,88 ^d
FE	64,60 ^c	8,79 ^a	19,76 ^b	2,74 ^a	4,11 ^e

Médias na linha que não apresentam a mesma letra são diferentes significativamente, $p < 0,05$, $n = 3$. * Teor de carboidrato foi obtido por diferença.

FA: 5% de amido de milho;

FB: 2,5% de proteína isolada de soja;

FC: 5% de fibra de trigo;

FD: 5% de fibra de aveia;

FE: 2,5% de fibra de trigo; 2,5% de fibra de aveia, 1,58% de proteína isolada de soja e 1,88% de amido de milho.

A Tabela 11 apresenta os parâmetros de cor L*, a*, b*, C* e h das cinco formulações testadas.

Tabela 11. Parâmetros de cor no padrão CIE L*a*b* e L*C*h das diferentes formulações.

Formulação	L*	a*	b*	C*	h
FA	63,04 ^a	12,86 ^a	13,86 ^a	18,91 ^a	47,15 ^a
FB	62,75 ^a	12,88 ^a	15,71 ^b	20,31 ^b	50,65 ^b
FC	65,61 ^b	11,89 ^b	14,55 ^{ac}	18,79 ^a	50,75 ^{bc}
FD	65,90 ^b	11,67 ^b	14,83 ^{bc}	18,87 ^a	51,80 ^c
FE	65,16 ^b	11,58 ^b	15,75 ^b	19,55 ^{ab}	53,68 ^d

Valores na coluna que não apresentam a mesma letra são diferentes significativamente, $p < 0,05$, $n = 5$.

FA: 5% de amido de milho;

FB: 2,5% de proteína isolada de soja;

FC: 5% de fibra de trigo;

FD: 5% de fibra de aveia;

FE: 2,5% de fibra de trigo; 2,5% de fibra de aveia, 1,58% de proteína isolada de soja e 1,88% de amido de milho.

Quanto à luminosidade (L^*) não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações FA e FB. No entanto, estas duas diferiram ($p < 0,05$) das formulações FC, FD e FE, que apresentaram valores maiores de L^* . O aumento da luminosidade pode ser devido principalmente à coloração branca da fibra.

A formulação FA apresentou um ângulo de tonalidade menor que as formulações FB, FC, FD e FE ($p < 0,05$). A tonalidade desta formulação foi mais próxima do vermelho quando comparada às demais formulações. De modo análogo, a formulação FE apresentou um grau de tonalidade maior ($p < 0,05$) comparado às outras formulações, indicando uma tonalidade mais próxima do amarelo. Meltem (2005) reportou que hambúrgueres sem adição de farinha de aveia apresentaram valores de a^* maiores que as amostras adicionadas de farinha de aveia.

Tabela 12. Análise do perfil de textura das diferentes formulações.

Formulação	Dureza (g)	Elasticidade (razão)	Coesividade (razão)	Mastigabilidade (g)
FA	759 ^a	0,91 ^a	0,77 ^a	536 ^a
FB	814 ^{ab}	0,91 ^a	0,77 ^a	577 ^a
FC	1156 ^c	0,90 ^a	0,74 ^a	780 ^b
FD	965 ^b	0,90 ^a	0,75 ^a	660 ^{ab}
FE	1046 ^c	0,93 ^a	0,79 ^a	786 ^b

Valores na coluna que não apresentam a mesma letra são diferentes significativamente, $p < 0,05$, $n = 5$.

FA: 5% de amido de milho;

FB: 2,5% de proteína isolada de soja;

FC: 5% de fibra de trigo;

FD: 5% de fibra de aveia;

FE: 2,5% de fibra de trigo; 2,5% de fibra de aveia, 1,58% de proteína isolada de soja e 1,88% de amido de milho.

A Tabela 12 acima apresenta os dados experimentais da medida instrumental de textura através da análise de perfil de textura realizada por compressão. Não houve diferença ($p < 0,05$) entre as amostras para os atributos de elasticidade e coesividade. As amostras FC (5% e fibra de trigo) e

FE (combinação) apresentaram maiores valores de dureza e mastigabilidade ($p < 0,05$).

García *et al.* (2002) obtiveram produtos mais duros e menos elásticos com a adição de 3% de fibra de trigo. Desmond *et al.* (1998) reportaram que a adição de 2% de fibra de aveia resultou em aumento da dureza em *beef burger* com baixo teor de gordura.

4.4.3 Análise sensorial

Com base nos dados fornecidos, foi elaborado um perfil dos provadores recrutados como mostra as Figuras 8 e 9, demonstrando que os provadores são em sua maioria do sexo feminino com idade entre 16 e 30 anos.

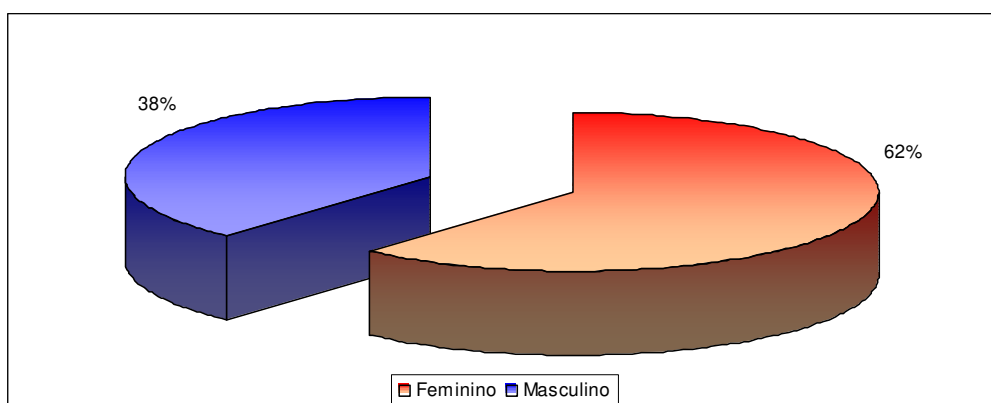


Figura 8. Distribuição dos provadores em relação ao sexo.

FA: 5% de amido de milho;
FB: 2,5% de proteína isolada de soja;
FC: 5% de fibra de trigo;
FD: 5% de fibra de aveia;
FE: 2,5% de fibra de trigo; 2,5% de fibra de aveia,
1,58% de proteína isolada de soja e 1,88% de amido de milho.

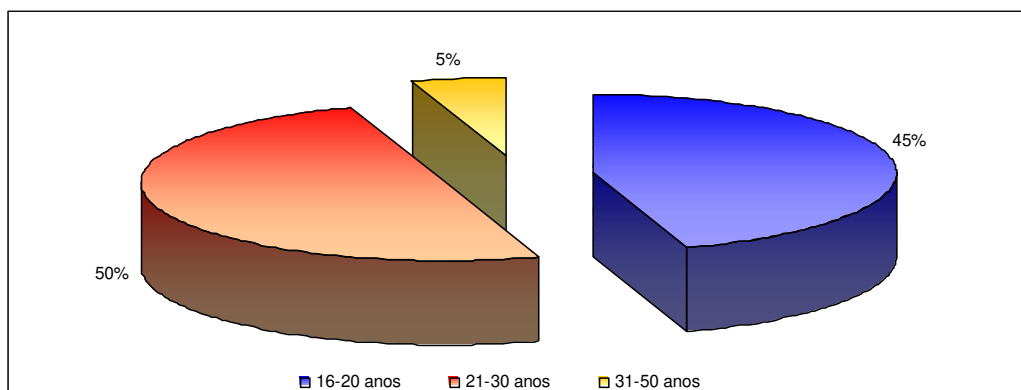


Figura 9. Distribuição dos provadores em relação à faixa etária.

FA: 5% de amido de milho;
 FB: 2,5% de proteína isolada de soja;
 FC: 5% de fibra de trigo;
 FD: 5% de fibra de aveia;
 FE: 2,5% de fibra de trigo; 2,5% de fibra de aveia, 1,58% de proteína isolada de soja e 1,88% de amido de milho.

Os resultados apresentados na Tabela 13 demonstram que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras para os atributos textura, sabor e impressão global (geral), com opinião situada em torno de *gostei regularmente*. As amostras diferiram ($p \leq 0,05$) no atributo Cor, onde as formulações FA e FB obtiveram nota média inferior.

Tabela 13. Valores das médias e variâncias para cada atributo avaliado na análise sensorial.

Formulação	Cor		Textura		Sabor		Geral	
	Média	Variância	Média	Variância	Média	Variância	Média	Variância
FA	6,9 ^a	0,9	7,1 ^a	1,6	7,1 ^a	1,6	7,1 ^a	1,6
FB	7,0 ^a	1,5	6,7 ^a	2,1	7,2 ^a	1,7	7,0 ^a	1,5
FC	7,4 ^b	1,2	7,3 ^a	2,2	7,2 ^a	2,8	7,1 ^a	2,2
FD	7,3 ^b	1,2	6,8 ^a	2,3	7,2 ^a	1,4	7,2 ^a	1,5
FE	7,4 ^b	1,1	7,1 ^a	1,9	7,1 ^a	1,8	7,1 ^a	1,9

FA: 5% de amido de milho;
 FB: 2,5% de proteína isolada de soja;
 FC: 5% de fibra de trigo; FD: 5% de fibra de aveia;
 FE: 2,5% de fibra de trigo; 2,5% de fibra de aveia, 1,58% de proteína isolada de soja e 1,88% de amido de milho.

Para uma melhor compreensão das distribuições das notas atribuídas pelos provadores, as Figuras 10, 11, 12 e 13 a seguir apresentam a frequência das notas para cada atributo avaliado em cada amostra.

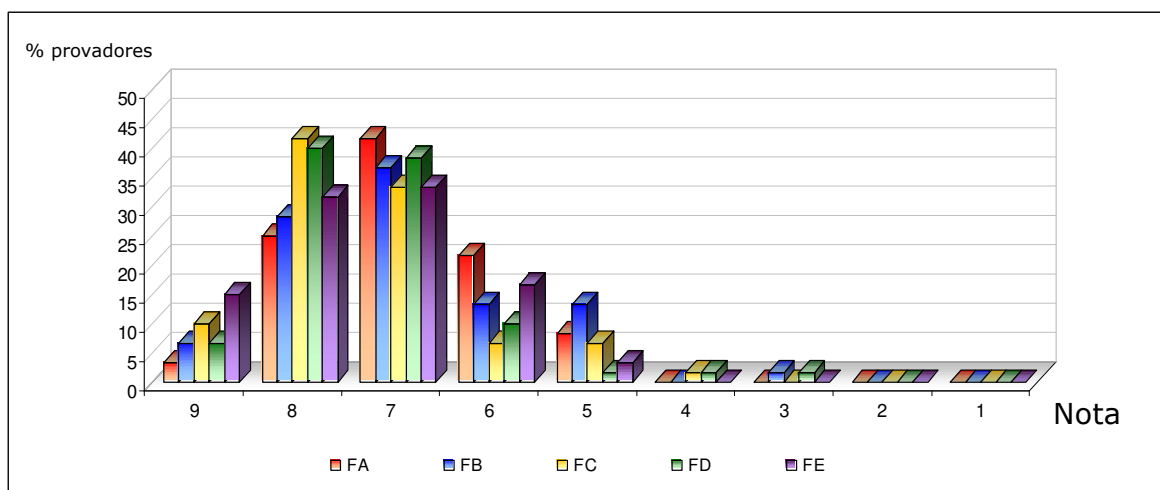


Figura 10. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo cor.

FA: 5% de amido de milho;

FB: 2,5% de proteína isolada de soja;

FC: 5% de fibra de trigo; FD: 5% de fibra de aveia;

FE: 2,5% de fibra de trigo; 2,5% de fibra de aveia, 1,58% de proteína isolada de soja e 1,88% de amido de milho.

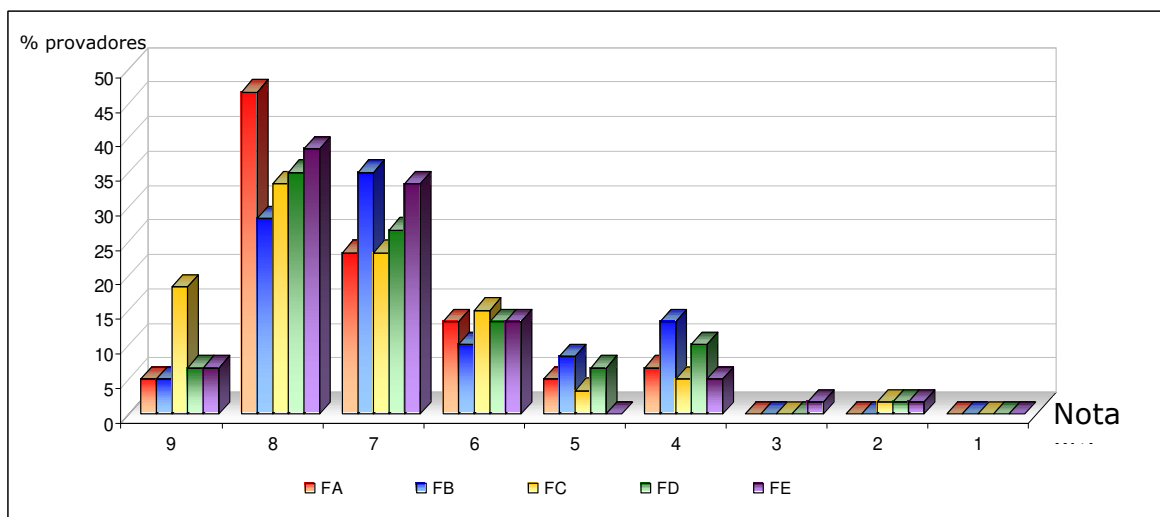


Figura 11. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo textura.

FA: 5% de amido de milho;

FB: 2,5% de proteína isolada de soja;

FC: 5% de fibra de trigo; FD: 5% de fibra de aveia; FE: 2,5% de fibra de trigo;

2,5% de fibra de aveia, 1,58% de proteína isolada de soja e 1,88% de amido de milho.

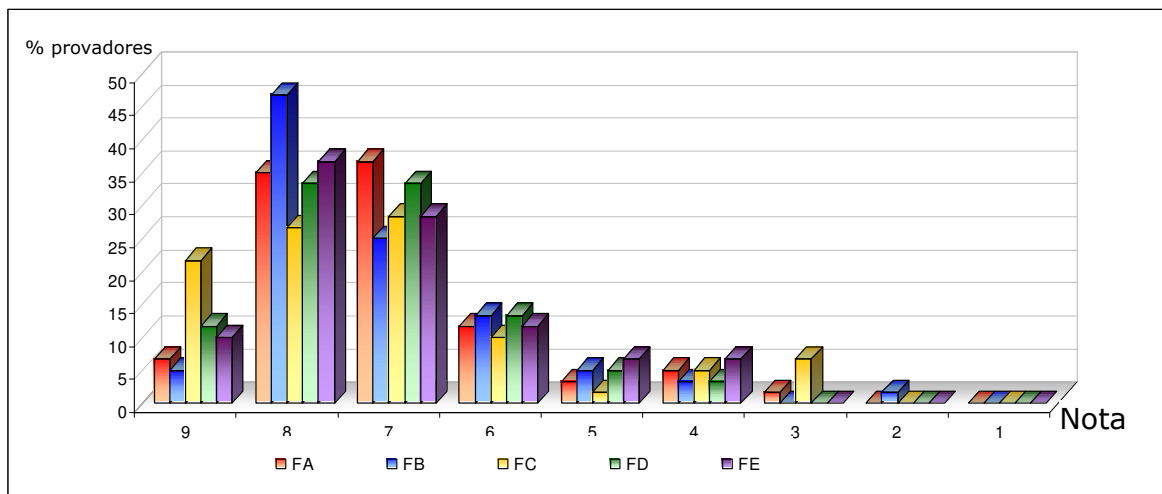


Figura 12. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo sabor.

FA: 5% de amido de milho;

FB: 2,5% de proteína isolada de soja;

FC: 5% de fibra de trigo;

FD: 5% de fibra de aveia;

FE: 2,5% de fibra de trigo; 2,5% de fibra de aveia, 1,58% de proteína isolada de soja e 1,88% de amido de milho.

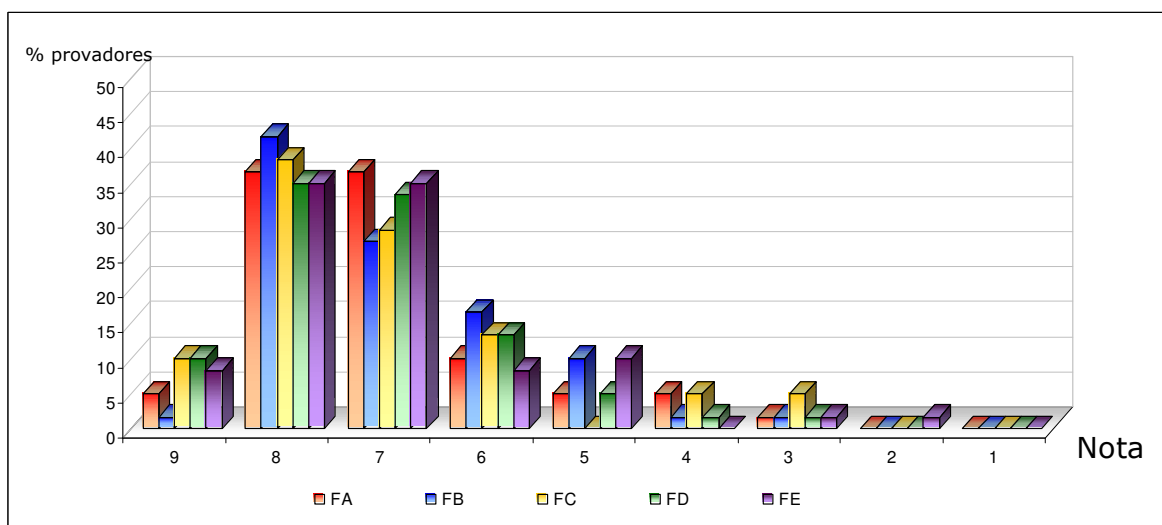


Figura 13. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo impressão global (geral).

FA: 5% de amido de milho;

FB: 2,5% de proteína isolada de soja;

FC: 5% de fibra de trigo;

FD: 5% de fibra de aveia;

FE: 2,5% de fibra de trigo; 2,5% de fibra de aveia, 1,58% de proteína isolada de soja e 1,88% de amido de milho.

4.5 CONCLUSÕES

A utilização isolada de fibra de trigo ou fibra de aveia como extensor apresentou resultados de CRA muito próximos ao seu uso combinado com amido de milho e proteína texturizada de soja.

A estabilidade de emulsão das amostras formuladas somente com fibra de trigo ou fibra de aveia pode ser melhorada com as propriedades de entumescimento do amido de milho e da proteína isolada de soja.

A adição de fibra de trigo e/ou fibra de aveia nas proporções estudadas, isoladamente ou em combinação com amido de milho e proteína isolada de soja resultou no aumento dos valores de L^* , redução dos valores de a^* e aumento dos valores de b^* . Atributos como dureza e mastigabilidade sofreram aumento significativo com utilização de fibra de trigo e/ou aveia isoladamente ou em combinação com os demais extensores em emulsões cárneas contendo CMS.

5 EFEITO DA ADIÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE FIBRAS DE TRIGO E AVEIA NA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE EMULSÕES CÁRNEAS COZIDAS CONTENDO CARNE DE FRANGO MECANICAMENTE SEPARADA (CMS).

5.1 INTRODUÇÃO

Muitos trabalhos que mencionam a adição de fibras no desenvolvimento de produtos são em sua maioria sobre produtos cárneos com baixo teor de gordura. O desenvolvimento desse tipo de produto requer modificações na composição que podem afetar seus atributos de qualidade tais como cor, sabor, textura e propriedades de ligação. A qualidade destes produtos depende principalmente das características da matriz formada, podendo variar de acordo com a quantidade de gordura presente, com as condições do processo, tipo de tratamento térmico, velocidade de aquecimento, temperatura final de cozimento. Essas modificações incluem a seleção de ingredientes, tecnologia de processamento, variação na composição final do produto e o uso de ingredientes não cárneos que podem contribuir na obtenção de uma textura desejável e melhora nas propriedades tecnológicas (GARCÍA *et al.*, 2002; CENGİZ E GOKOGLU, 2005).

A utilização de fibras pode ocorrer de forma isolada ou em combinação com outros ingredientes em formulações de produtos cárneos emulsionados (FERNANDEZ-GINES *et al.*, 2004). Dentre as fibras insolúveis, recebem destaque neste trabalho as fibras de trigo e de aveia. As vantagens do uso de fibra de aveia estão em sua habilidade em reter a umidade, prevenindo o ressecamento durante o processo de cozimento, propriedades de suculência e capacidade de reter os flavorizantes naturais da carne (MEINHOLD, 1991).

Mansour e Khalil (1997) utilizaram fibra de trigo nos teores 5%, 10% e 15% em hambúrguer de carne bovina obtendo como resultados aumento no teor de umidade no produto final, aumento do rendimento durante o cozimento e melhora na redução do diâmetro durante o processo de cocção.

No Brasil, a grande procura pela utilização de fibras em produtos cárneos é principalmente devido à sua alta capacidade de retenção de água e conseqüente possibilidade de diminuição de custo, além dos apelos comerciais que os itens mais saudáveis podem ter no contexto atual de consumo sem culpa. A incorporação de água e fibras em equilíbrio na formulação pode auxiliar na obtenção de produtos cárneos com redução de custos finais (BARRETTO, 2007).

A carne mecanicamente separada (CMS) de frango é uma matéria-prima cárnea muito utilizada na elaboração de produtos cárneos. A adição de CMS deve ser limitada nas formulações que permitem sua utilização. Devido à sua consistência pastosa pode conferir uma textura mais mole ao produto final, pois há perda da estrutura muscular no processo de obtenção de CMS (MELLA *et al.*, 1997). A adição de carnes mecanicamente separadas é limitada em 60% para a produção de mortadelas, 20% em mortadelas Tipo Bologna, 60% em salsichas, 40% em salsichas Tipo Viena e Tipo Frankfurt, 40% em pão de carne (Brasil, 2000^a).

O estudo da aplicação de um ou mais ingredientes na elaboração de um produto cárneo foi, na maioria das pesquisas, realizado de forma individual. Poucos estudos lidaram sistematicamente com a identificação da combinação mais apropriada para produzir embutidos cárneos. A importância desses estudos está na possibilidade da visualização de como a adição de um ingrediente pode influenciar no comportamento de outro, e qual a quantidade requerida desses ingredientes para obter um dado efeito.

A Metodologia de Superfície de Resposta é usada para a análise simultânea dos efeitos. O delineamento experimental também é capaz de avaliar a possível existência da interação dos efeitos entre os ingredientes.

5.2 OBJETIVO

Avaliar o efeito da adição de diferentes níveis de fibras de trigo e aveia nas propriedades de retenção de água, cor e textura de emulsões cárneas cozidas contendo carne de frango mecanicamente separada.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas as seguintes matérias-primas cárneas, comum para todas as formulações: carne de frango mecanicamente separada congelada, acém bovino resfriado e paleta suína congelada. A CMS foi obtida da mistura de dorso e pescoço da carcaça sem pele e congelada em blocos de 16 kg. Todas as matérias-primas foram fornecidas pelo Frigorífico Martini, localizado em Valinhos, SP, Brasil. As fibras foram cedidas pela JRS & Söhne. Neste experimento foram utilizadas as fibras de trigo Vitacel[®] WF200 e aveia Vitacel[®] HF 600, conforme especificações descritas na Tabela 14.

Tabela 14. Especificações da fibra de trigo (Vitacel® WF200) e da fibra de aveia (Vitacel® HF 600).

Fibra	Fibra de trigo	Fibra de aveia
Fibra alimentar	Mín. 94% das quais: 74% de celulose 26% de hemicelulose <0,5 % de lignina	93% insolúvel das quais: 70% de celulose 25% de hemicelulose <5 % de lignina Máx. 3% solúvel.
Dimensões (µm)	Comprimento: 250 Largura: 25	Comprimento: <100
Características sensorias	Aparência: pó branco Odor: neutro Sabor: neutro	Aparência: pó branco Odor: neutro Sabor: neutro
CRA (g água/g peso seco)	3,5 a 7,4	---
Densidade (g/l)	75	180 a 240
Valor calórico (kcal/g)	0,07	0,06
Outras informações	Livre de glúten e Ácido fítico	Livre de glúten e Ácido fítico

5.3.1 Delineamento experimental

Foi utilizado o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR), adotando a metodologia de superfície de resposta para estudar os efeitos simultâneos de duas variáveis experimentais ou fatores em três níveis propostos pelo princípio do planejamento experimental descrito por Rodrigues e Iemma (2005).

O experimento avaliou duas variáveis: fibra de trigo (Ftrigo) e fibra de aveia (Faveia) totalizando 11 ensaios: 4 + 4 pontos axiais + 3 pontos centrais. Os níveis de fibra de trigo e fibra de aveia do DCCR são apresentados na Tabela 15 e as combinações são apresentadas na Tabela 16.

Tabela 15. Variáveis e níveis de variação do DCCR.

Variáveis	Níveis				
	-1,41	-1	0	1	1,41
Ftrigo (%)	0	0,7	2,5	4,3	5,0
Faveia (%)	0	0,7	2,5	4,3	5,0

Tabela 16. DCCR para as duas variáveis independentes.

Ensaio	Codificado		Real	
	X₁	X₂	F_{trigo} (%)	F_{aveia} (%)
1	-1	-1	0,7	0,7
2	+1	-1	4,3	0,7
3	-1	+1	0,7	4,3
4	+1	+1	4,3	4,3
5	-1,41	0	0,0	2,5
6	+1,41	0	5,0	2,5
7	0	-1,41	2,5	0,0
8	0	+1,41	2,5	5,0
9	0	0	2,5	2,5
10	0	0	2,5	2,5
11	0	0	2,5	2,5

A ordem de execução dos ensaios foi aleatória, não obedecendo necessariamente à numeração descrita na Tabela 16. O processamento de todos os ensaios foi realizado em três dias. O ensaio do ponto central foi realizado em triplicata e a formulação testada foi identificada como FA, FB e FC; isso porque cada ensaio do ponto central foi realizado em dias diferentes. A realização das repetições dos ensaios no ponto central nos diferentes dias do processamento permite que se faça uma leitura da variação do processo entre os dias.

Identificou-se como FA, FB, FC a formulação com 2,5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia; FD a formulação com 2,5% de fibra de trigo; FE a formulação com 2,5% de aveia; FF a formulação com 0,7% de fibra de trigo e 0,7% de fibra de aveia; FG a formulação com 4,3% de fibra de trigo e 0,7% de fibra de aveia; FH a formulação com 0,7% de fibra de trigo e 4,3% de fibra de aveia; FI a formulação com 5,0% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia; FK a formulação com 4,3% de fibra de trigo e 4,3% de fibra de aveia; FL a formulação com 2,5% de fibra de trigo e 5,0% de fibra de aveia e FCT a formulação controle, sem fibras. A Tabela 17 a seguir apresenta em detalhes todas as formulações testadas.

O *batter* cárneo adicionado dos diferentes níveis de fibras de trigo e/ou aveia foi elaborado de acordo com os procedimentos usuais de preparo de emulsões cárneas cozidas. Amostras do *batter* de cada formulação foram avaliadas em triplicata quanto à estabilidade de emulsão. Após uma semana do processamento foram realizadas análises de capacidade de retenção de água, cor e textura. A metodologia das análises está descrita nos itens a seguir.

Tabela 17. Formulações de pão de carne adicionado de fibras e formulação controle.

Matéria - Prima	Formulações (%)									
	FA, FB,FC	FD	FE	FF	FG	FH	FI	FK	FL	FCT (controle)
Carne bovina	17,04	17,46	17,46	17,64	17,04	17,04	16,41	16,12	17,09	17,96
Carne suína	11,06	11,48	11,48	11,65	11,06	11,06	10,66	10,48	10,51	11,07
CMS	30,00	30,42	30,42	30,60	30,00	30,00	28,89	28,41	28,49	30,02
Toucinho	6,14	6,55	6,55	6,74	6,14	6,14	5,91	5,81	5,83	6,14
Gelo	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Sal	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61
Nitrito	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Tripolifosfato de sódio	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Eritorbato de sódio	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Condimento para salsicha	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Pimenta branca	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Noz-moscada	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fibra de trigo	2,50	2,50	0,00	0,70	4,30	0,70	5,00	4,30	2,50	0,00
Fibra de aveia	2,50	0,00	2,50	0,70	0,70	4,30	2,50	4,30	5,00	0,00
Proteína isolada de soja	1,58	1,99	1,99	2,18	1,58	1,58	1,52	1,49	1,50	2,50
Amido	1,88	2,29	2,29	2,48	1,88	1,88	1,81	1,78	1,78	5,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

FA,FB, FC: formulação com 2,5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia; FD: formulação com 2,5% de fibra de trigo; FE: formulação com 2,5% de aveia; FF: formulação com 0,7% de fibra de trigo e 0,7% de fibra de aveia; FG: formulação com 4,3% de fibra de trigo e 0,7% de fibra de aveia; FH: formulação com 0,7% de fibra de trigo e 4,3% de fibra de aveia; FI: formulação com 5,0% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia; FK: formulação com 4,3% de fibra de trigo e 4,3% de fibra de aveia; FL: formulação com 2,5% de fibra de trigo e 5,0% de fibra de aveia. FCT: formulação sem fibras.

Relação Umidade/Proteína esperada para o produto acabado: FA,FB, FC: 6,3; FD: 6,0; FE: 6,0; FF: 5,0; FG: 6,3; FH: 6,3; FI: 6,4; FK: 6,5; FL: 6,4 e FCT: 5,8.

5.3.1.1 Processamento

Pão de carne adicionado dos ingredientes de estudo foi processado em escala industrial no Frigorífico Martini, localizado em Valinhos, SP, Brasil.

A Figura 14 a seguir apresenta o fluxograma básico de processamento de produto cárneo emulsionado cozido.

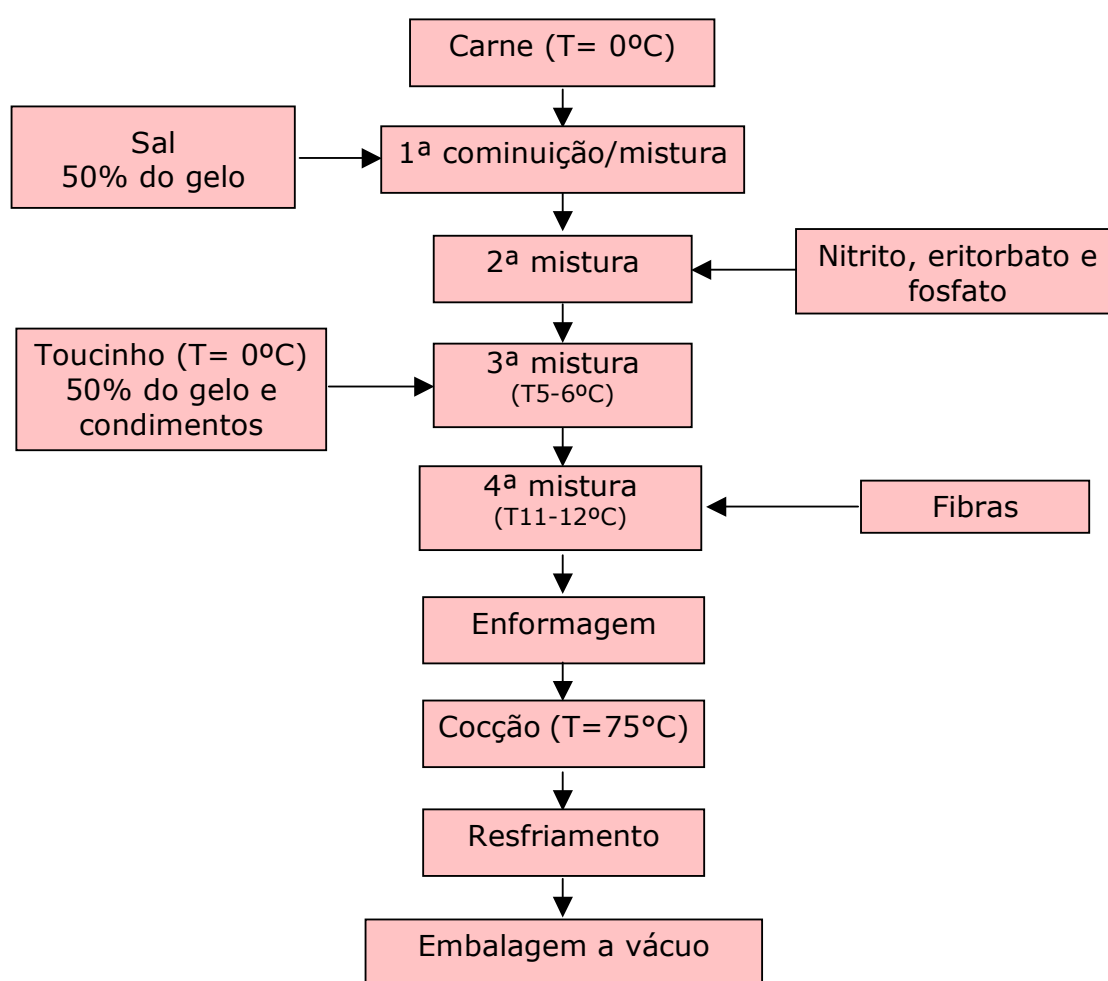


Figura 14. Fluxograma de processamento. Fonte: Adaptada de POLLONIO (1994).

Após o toalete e moagem, em triturador com disco de 3,5 mm de diâmetro, as matérias-primas cárneas (bovina, suína e CMS) a uma temperatura de 0°C, adicionadas de sal e metade do gelo, foram levadas para a primeira etapa da cominuição, realizada em *cutter* industrial. Nitrito de sódio e tripolifosfato de sódio previamente solubilizados em água foram adicionados em uma segunda etapa da cominuição. Após a dispersão da gordura, condimentos e o restante do gelo, as fibras de trigo e/ou fibras de aveia foram adicionados e o *batter* processado no *cutter* com monitoramento de temperatura de forma que a mesma não excedesse 12°C ao final do processo. Padronizou-se para esta última etapa da cominuição a duração de 3 minutos.

O *batter* de cada formulação foi acondicionado em formas de alumínio em porções de aproximadamente 2400 g e conduzidas para a cocção em estufa, com programa de cozimento com controle de umidade e temperatura até que atingissem 85°C no seu centro térmico. Após cocção, a massa foi resfriada em banho-maria de água gelada até que os produtos atingissem temperatura ambiente. As amostras foram embaladas em sacos de polietileno, seladas a vácuo e mantidas sob refrigeração até o momento das análises.

5.3.1.2 Análises físico-químicas

□ Estabilidade de emulsão

Após cominuição, da carne e formação da emulsão, três amostras de 50 g de cada formulação foram retiradas aleatoriamente da massa crua, acondicionadas em embalagens termorresistentes, termoseladas a vácuo e levadas ao banho-maria com água a 70°C por 60 minutos (Figura 15) e analisadas quanto à estabilidade da emulsão, segundo o método de Parks e Carpenter (1987).

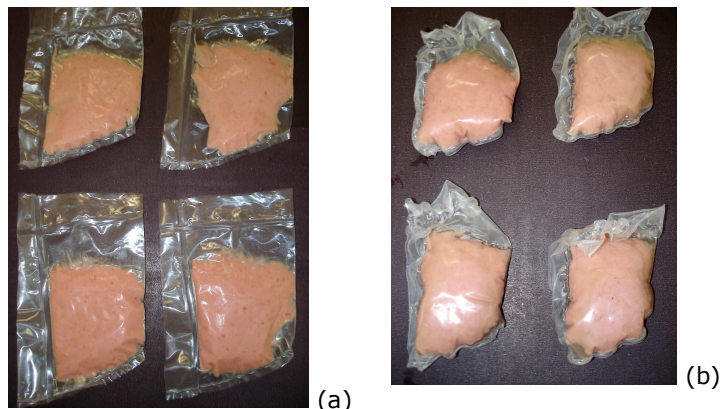


Figura 15. Análise de estabilidade de emulsão. (a) acondicionamento das amostras em embalagens termorresistentes. (b) amostras após tratamento térmico, ainda embaladas.

□ Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água das amostras cozidas foram determinadas segundo o método de Wierbicki e Deathirage (1958). Foram pesados aproximadamente 0,3 g de amostra em papel de filtro. O conjunto amostra+papel de filtro foi colocado entre duas placas de plexiglass e prensada por 2 minutos a 500 pis (Figura 16). As áreas foram medidas com planímetro digital e a porcentagem de água livre calculada pela razão da área do filme cárneo sobre a área total.

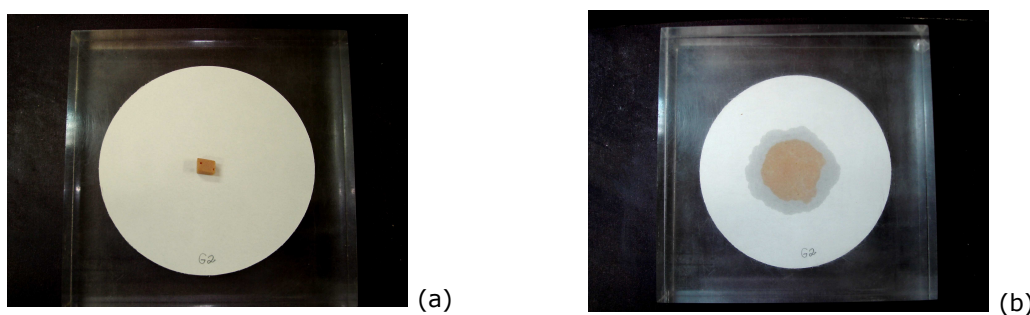


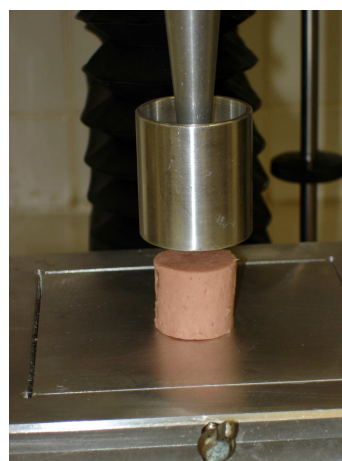
Figura 16. O conjunto amostra+papel em placa de plexiglass. (a) Anterior a presagem. (b) Após a prensagem.

❑ *Análise do perfil de textura*

As características de textura foram analisadas de acordo com o método de análise de perfil de textura (*Texture Profile Analysis* – TPA) descrito por Bourne (1978) utilizando o texturômetro TA-xT2i (Stable Micro Systems, Godalming, UK) conforme apresentado na Figura 17. Cinco cilindros (2,5 cm de diâmetro e 2 cm de altura) foram retirados aleatoriamente de cada amostra e comprimidos duas vezes. As condições de análise foram: velocidade de 1mm/s, distância de 30% e força de 0,05g. O probe utilizado foi o P-35 (haste longa/base normal). Todas as medidas foram feitas em temperatura ambiente. A Tabela 18 apresenta a nomenclatura e definição dos atributos de textura.



(a)



(b)

Figura 17. Análise do perfil de textura. (a) Texturômetro **TA-xT2i**. (b) Probe P35 e amostra para análise.

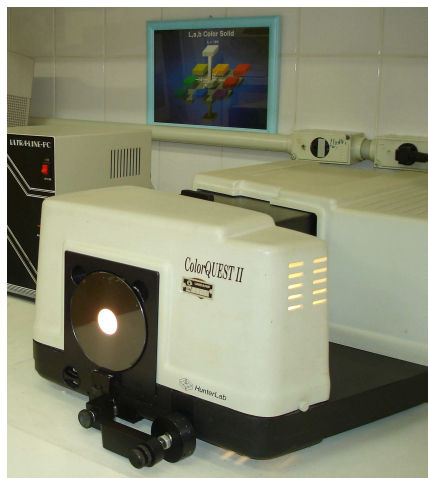
Tabela 18. Nomenclatura e definições para atributos da TPA.

Atributo	Definição sensorial	Definição física	Unidade
Dureza	Força requerida para a compressão de um alimento entre os dentes molares.	Força necessária para produzir uma certa deformação	g
Mastigabilidade	Tempo requerido para mastigar uma amostra, a uma velocidade constante de aplicação de força, para reduzi-la à consistência adequada para deglutição.	Energia requerida para mastigar um alimento até a deglutição; é produto: dureza × coesividade × elasticidade.	g
Elasticidade	Grau com o qual o produto volta a sua forma original, depois da compressão com os dentes.	Velocidade na qual um material deformado volta à condição não deformada depois que a força de deformação é removida.	razão
Coesividade	Grau com o qual uma substância é comprimida entre os dentes antes de romper.	Extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura.	razão

Fonte: adaptado de CIVILLE e SZCZESNIAK, 1973.

□ *Cor*

Para esta análise, a massa cozida foi fatiada em porções com espessura 2 cm, utilizando-se três fatias pra cada ensaio, sendo realizadas 3 leituras para cada fatia. Cada leitura foi resultado da média de três pontos distintos na mesma fatia (mesmo lado) em espectrofotômetro Colorquest II-hunter lab (Figura 18) calibrado previamente, operando com iluminante D65, ângulo do observador 10°, no modo de calibração RSEX (reflectância especular excluída) e no sistema CIELAB, onde L* representa a luminosidade, a* o eixo vermelho-verde e b* o eixo amarelo-azul, em coordenadas cartesianas e C* a cromaticidade e h o grau de tonalidade, em coordenadas polares. Todas as amostras estavam em temperatura ambiente.



(a)



(b)

Figura 18. Análise de cor. (a) Espectrofotômetro Colorquest II-hunter lab. (b) Amostra no momento da leitura.

5.3.1.3 Análise estatística

A equação polinomial de segunda ordem, a seguir, foi ajustada para cada fator estudado:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1^2 + \beta_4 X_2^2 + \beta_5 X_1 X_2 \quad (1)$$

Onde:

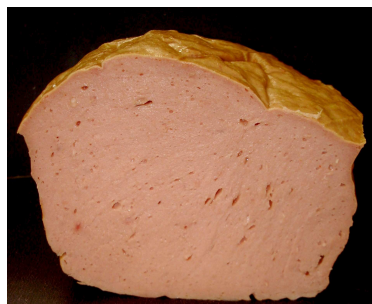
Y: resposta estimada;

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$: constantes e coeficientes de regressão do modelo;

X_1 e X_2 : variáveis independentes.

Os parâmetros da equação que foram estatisticamente significativos em cada resposta foram tratados por ANOVA. Superfícies de resposta foram obtidas para ilustrar os efeitos significativos e interações entre os níveis de fibra de trigo e aveia. Estas representações tridimensionais mostram o efeito das duas variáveis independentes na resposta obtida. O *software* utilizado para o processamento dos dados foi o STATISTICA 5.5 para Windows (STATSOFT Inc., 2000).

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO



Sem fibras.



0,7% de fibra de trigo.
0,7% de fibra de trigo.



0% de fibra de trigo.
2,5% de fibra de trigo.



2,5% de fibra de trigo.
0% de fibra de trigo.



2,5% de fibra de trigo.
2,5% de fibra de trigo.



2,5% de fibra de trigo.
2,5% de fibra de trigo.



2,5% de fibra de trigo.
2,5% de fibra de trigo.



0,7% de fibra de trigo.
4,3% de fibra de trigo.



4,3% de fibra de trigo.
0,7% de fibra de trigo.



5,0% de fibra de trigo.
2,5% de fibra de trigo.



2,5% de fibra de trigo.
5,0% de fibra de trigo.



4,3% de fibra de trigo.
4,3% de fibra de trigo.

Figura 19. Pão de carne adicionado de diferentes níveis de fibras.

A Figura 19 apresentada anteriormente exibe o perfil das peças de pão de carne adicionado dos diferentes níveis de fibras após a abertura da embalagem a vácuo. A partir das ilustrações apresentadas, observou-se que com o aumento da adição de fibra houve um clareamento das amostras. Notou-se também que a elevação do nível de fibra adicionado resultou em um aumento na compactação da massa. Nos itens apresentados a seguir é possível dimensionar a influência da adição dos diferentes níveis de fibras a partir dos resultados das análises de estabilidade de emulsão, capacidade de retenção de água, cor e textura.

5.4.1 Estabilidade de emulsão

A estabilidade da emulsão é expressa pela quantidade de exsudato (água+gordura) após a cocção da amostra a uma temperatura de 70°C. Quanto menor o exsudato, mais estável é a emulsão em relação ao tratamento térmico. Os resultados apresentados na Tabela 19 para a resposta Estabilidade de Emulsão foram tratados estatisticamente e os coeficientes de regressão do modelo são demonstrados na Tabela 20.

Tabela 19. Resultados do DCCR para a resposta Estabilidade da emulsão a 70°C (%).

Ensaio	Variáveis		Resposta
	Ftrigo (%)	Faveia (%)	E 70°C (%)
1	0,7	0,7	8,1
2	4,3	0,7	12,0
3	0,7	4,3	11,9
4	4,3	4,3	14,2
5	0,0	2,5	8,7
6	5,0	2,5	13,1
7	2,5	0,0	9,3
8	2,5	5,0	13,1
9	2,5	2,5	10,7
10	2,5	2,5	11,0
11	2,5	2,5	10,5
Controle	0,0	0,0	8,1

Tabela 20. Coeficientes de regressão do modelo para a resposta Estabilidade de Emulsão a 70°C. $R^2 = 0,982$.

Termo	Coeficiente de regressão	Erro padrão	t(5)	p-valor
Média	10,733	0,212	50,571	$5,71 \times 10^{-8}$
$X_1(L)$	1,553	0,130	11,947	$7,24 \times 10^{-5}$
$X_1(Q)$	0,208	0,155	1,347	0,236
$X_2(L)$	1,422	0,130	10,939	$1,11 \times 10^{-4}$
$X_2(Q)$	0,358	0,155	2,316	0,068
$X_1.X_2(L)$	-0,400	0,184	-2,176	0,082

Neste caso, serão estatisticamente significativos os coeficientes que apresentarem $p\text{-valor} < 0,05$. Desta forma, os termos $X_1(L)$ e $X_2(L)$ foram significativos, ou seja, a adição de fibra de trigo e fibra de aveia influencia significativamente, de forma linear, estabilidade da emulsão. Os termos $X_2(Q)$ (fibra de aveia) e a interação $X_1X_2(L)$ apresentaram p-valor maior que 0,05, no

entanto por questões operacionais de processo esses coeficientes serão admitidos significativos a $p\text{-valor} < 0,10$ (RODRIGUES e IEMMA, 2005).

De acordo com a Análise de Variância apresentada na Tabela 21, pode-se concluir que o modelo obtido é adequado, uma vez que a porcentagem de variação explicada é de 98% para a resposta e o $F_{\text{calculado}}$ (regressão) é significativo ($p \leq 0,05$).

Tabela 21. Análise de variância para a regressão do modelo para capacidade de retenção de água. $R^2 = 0,982$.

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F_{cal}	p-valor
Regressão	37,071	5	7,414	74,722	1,07E-04
Resíduos	0,496	5	0,099		
F. ajuste	0,369	3	0,123	1,945	0,242
Erro puro	0,127	2	0,063		
Total	37,567	10	3,757		

Assim, o modelo obtido para a resposta Estabilidade de Emulsão a 70°C é:

$$Y_{E70} = 10,733 + 1,555 X_1 + 1,422 X_2 + 0,358 X_2^2 - 0,400 X_1 X_2 \quad (2)$$

Os resultados obtidos estão de acordo com os requisitos para gerar uma superfície de resposta, como demonstrado na Figura 20.

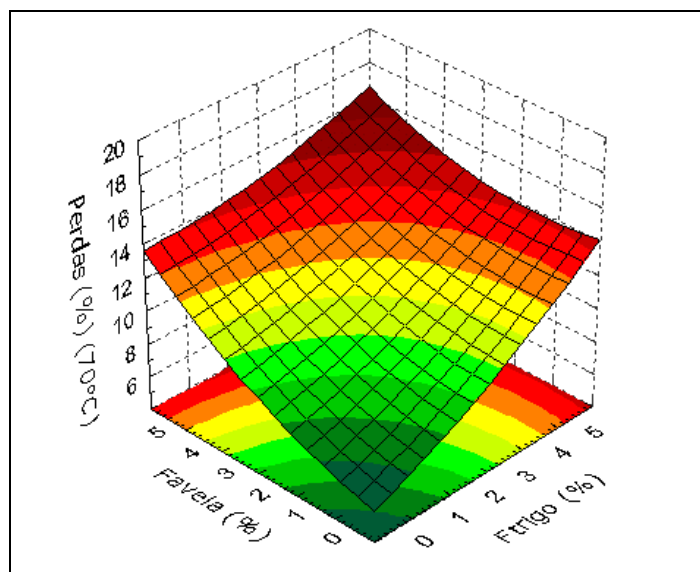


Figura 20. Efeito dos níveis de fibra de trigo (Ftrigo) e fibra de aveia (Faveia) na estabilidade de emulsão após cocção a 70°C.

Com base no modelo obtido (2) e na superfície de resposta apresentada na Figura 20, pode-se observar que com o aumento da adição de fibra de trigo ou fibra de aveia há um aumento na porcentagem de perdas e/ou separação de água/gordura. No entanto a adição de fibra de trigo ou fibra de aveia até aproximadamente 2,5% promove emulsões com características de estabilidade similares a formulação padrão (sem adição de fibras) com níveis de perdas/separação em torno de 8,5%. Por outro lado, o coeficiente correspondente à interação das duas variáveis apresenta efeito inverso na resposta, ou seja, quando as duas fibras são utilizadas em conjunto, observa-se uma redução das perdas após o tratamento térmico, promovendo um aumento na estabilidade de emulsão. Barretto (2007) estudou a influencia da adição de 1% de inulina, 1 a 5% de fibra de trigo e 1 a 5% de fibra de aveia na estabilidade de emulsão em mortadelas. A autora não comprovou algum efeito das fibras utilizadas na estabilidade da emulsão, possivelmente devido aos teores de carne nas formulações superiores àqueles utilizados neste estudo e ausência de CMS.

5.4.2 Capacidade de retenção de água

Conforme citado no item 5.2.3, a capacidade de retenção de água foi expressa em termos de teor de H₂O (%) retida no papel de filtro. Desta forma quanto menor o teor de H₂O, maior será a capacidade de retenção de água da amostra. Os resultados apresentados na Tabela 22 para a resposta H₂O (%) foram tratados estatisticamente e os coeficientes de regressão do modelo são demonstrados na Tabela 23.

Tabela 22. Resultados do DCCR para as respostas H₂O (%).

Ensaio	Variáveis		Resposta
	Ftrigo (%)	Faveia (%)	H ₂ O %
1	0,7	0,7	36,73
2	4,3	0,7	37,61
3	0,7	4,3	43,76
4	4,3	4,3	33,21
5	0,0	2,5	51,38
6	5,0	2,5	32,58
7	2,5	0,0	43,83
8	2,5	5,0	41,56
9	2,5	2,5	48,38
10	2,5	2,5	48,67
11	2,5	2,5	48,42
Controle	0,0	0,0	30,29

Tabela 23. Coeficientes de regressão do modelo para a resposta Teor de H₂O. R² = 0,813.

Termo	Coeficiente de regressão.	Erro padrão	t(5)	p-valor
Média	48,487	2,321	20,893	0,000
X ₁ (L)	-4,533	1,421	-3,190	0,024
X ₁ (Q)	-4,380	1,692	-2,589	0,049
X ₂ (L)	-0,076	1,421	-0,053	0,960
X ₂ (Q)	-4,023	1,692	-2,379	0,063
X ₁ .X ₂ (L)	-2,857	2,010	-1,422	0,214

Nesta análise, serão estatisticamente significativos os termos X₁(L) e X₁(Q). O termo X₂(Q) apresentou p-valor um pouco maior que 0,05, no entanto por questões operacionais de processo esses coeficientes serão admitidos significativos a p-valor<0,10. Desta forma, pode-se dizer que a adição de fibra de trigo apresenta uma maior influência na capacidade de retenção de água de emulsões comparada à fibra de aveia. Para verificar se esta influência é significativa foi realizada a Análise de Variância (Tabela 24).

Tabela 24. Análise de variância para a regressão do modelo % de H₂O. R² = 0,813.

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F _{cal}	p-valor
Regressão	396,841	5	79,368	11,140	9,66×10 ⁻³
Resíduos	35,624	5	7,125		
F. ajuste	35,575	3	11,858	482,407	1,05×10 ⁻⁶
Erro puro	0,049	2	0,025		
Total	432,465	10	43,246		

De acordo com a Análise de Variância apresentada na Tabela 24, pode-se concluir que o modelo obtido é adequado, uma vez que a porcentagem de variação explicada é de 81% para a resposta e o $F_{\text{calculado}}$ (regressão) é significativo ($p \leq 0,05$).

Desta forma, segue o modelo ajustado para esta resposta:

$$Y_{H_2O_{\text{livre}}} = 48,487 - 4,533 X_1 - 4,380 X_1^2 - 4,023 X_2^2 \quad (3)$$

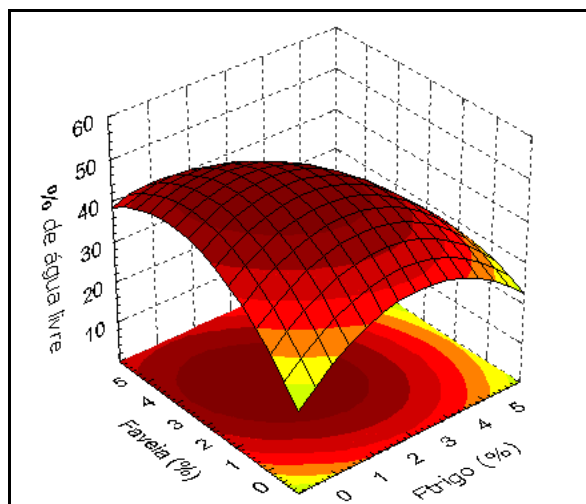


Figura 21. Efeito dos níveis de fibra de trigo (Ftrigo) e fibra de aveia (Faveia) na % de H_2O .

Conforme o modelo obtido (3) e a superfície de resposta apresentada na Figura 21, pode-se observar que a adição de fibra de trigo ou fibra de aveia nos níveis estudados promoveu uma redução da porcentagem de água da amostra retida no papel filtro e conseqüentemente o aumento da capacidade de retenção de água. A fibra de trigo apresentou-se mais eficiente no aumento da capacidade de retenção de água, comparado a fibra de aveia, de acordo com os coeficientes obtidos no modelo. Para a formulação controle

porcentagem de água da amostra retida no papel filtro foi de 30,29%. Teores inferiores a este foram obtidos com a adição de níveis superiores a 3% de fibra de trigo e 2% de fibra de aveia.

Desmond *et al.* (1998) avaliaram o efeito da adição 3% de fibra de aveia em hambúrguer de carne bovina com baixo teor e verificaram que a adição de 3% de fibra de aveia resultou na variação da capacidade em hambúrguer de carne bovina com baixo teor de gordura. A adição de fibra de aveia aumentou a capacidade de retenção de água, de forma linear. Pszczola (1991) reportou que a fibra de aveia aumentou a capacidade de retenção e preveniu o ressecamento de carnes durante o processo de cozimento de produtos cárneos.

5.4.3 Cor

A cor é expressa pelos parâmetros L^* , a^* e b^* . Quanto maior o valor de L^* (luminosidade), mais clara se apresentará a amostra. Quanto maior o valor de a^* (intensidade de vermelho), mais avermelhada será a amostra e quanto maior o valor de b^* (intensidade de amarelo), maior será a tonalidade de amarelo, que em produtos cárneos se relaciona com a cor marrom (BARRETTO, 2007). Os valores de ângulo de tonalidade (h) e a Cromaticidade (C^*) são parâmetros cujas equações utilizam ambos os valores a^* e b^* . Desta forma, as variações nos resultados de cor ser melhor representadas.

Os resultados apresentados na Tabela 25 para as respostas no padrão CIE L^* a^* b^* e L^* C^* h foram tratados estatisticamente e os coeficientes de regressão do modelo são demonstrados na Tabela 26.

Tabela 25. Resultados do DCCR para as respostas parâmetros de Cor ($L^*a^*b^*$) e (L^*C^*h).

Ensaio	Variáveis		Resposta				
	Ftrigo (%)	Faveia (%)	L^*	a^*	b^*	C^*	h
1	0,7	0,7	60,40	12,93	13,54	18,72	46,47
2	4,3	0,7	62,02	12,10	15,02	19,29	47,03
3	0,7	4,3	62,19	12,66	15,57	20,07	47,95
4	4,3	4,3	64,65	11,39	16,35	19,93	50,56
5	0,0	2,5	61,68	12,41	13,77	18,54	50,98
6	5,0	2,5	63,02	11,88	15,93	19,87	50,41
7	2,5	0,0	61,79	12,39	13,64	18,43	51,13
8	2,5	5,0	62,86	12,04	15,92	19,96	50,60
9	2,5	2,5	62,53	12,13	15,61	19,77	50,53
10	2,5	2,5	62,54	12,13	15,13	19,39	51,97
11	2,5	2,5	62,51	12,20	15,92	20,06	51,89
Controle	0,0	0,0	60,66	13,36	15,51	18,72	51,54

De acordo com os resultados expressos na Tabela 26 para a resposta L^* , serão estatisticamente significativos ($p \leq 0,05$) os termos $X_1(L)$ e $X_2(L)$, indicando que tanto a adição de fibra de trigo quanto de fibra de aveia influencia de forma linear no parâmetro L^* , sendo que quanto maior a adição de fibras maior a luminosidade da amostra.

Tabela 26. Coeficientes de regressão do modelo para as respostas L*, C* e h*. $R^2_L = 0,847$, $R^2_{C^*} = 0,829$ e $R^2_h = 0,944$.

Termo	L*			C*			h		
	Coef. de regressão	Erro padrão	p-valor	Coef. de regressão	Erro padrão	p-valor	Coef. de regressão	Erro padrão	p-valor
Média	62,524	0,331	$7,93 \times 10^{-11}$	19,742	0,212	2,724E-09	51,986	0,331	1,979E-10
X ₁ (L)	0,746	0,203	0,014	0,290	0,130	0,076	2,072	0,203	1,532E-04
X ₁ (Q)	-0,091	0,242	0,722	-0,193	0,155	0,267	-0,577	0,241	0,062
X ₂ (L)	0,742	0,203	0,015	0,520	0,130	0,010	1,976	0,203	1,924E-04
X ₂ (Q)	-0,106	0,242	0,679	-0,197	0,155	0,258	-0,733	0,241	0,029
X ₁ .X ₂ (L)	0,210	0,287	0,497	-0,177	0,184	0,381	-0,140	0,286	0,645

A Análise de Variância apresentada na Tabela 27 permite concluir que o modelo ajustado para esta resposta é adequado, uma vez que a porcentagem de variação explicada é de 85% e o $F_{\text{calculado}}$ (regressão) é significativo ($p \leq 0,05$).

Tabela 27. Análise de variância para a regressão do modelo para o parâmetro L*. $R^2 = 0,847$.

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F_{cal}	p-valor
Regressão	9,147	5	1,829	5,636	0,040
Resíduos	1,623	5	0,325		
F. ajuste	1,622	3	0,541	1921	$3,35 \times 10^{-8}$
Erro puro	0,001	2	0,000		
Total	10,769	10	1,077		

De acordo com os resultados expressos na Tabela 26 para a resposta C*, somente o termo $X_2(L)$ será estatisticamente significativo ($p \leq 0,05$). O termo $X_1(L)$ apresentou p-valor igual a 0,076, no entanto pelos mesmos motivos de condições operacionais citados anteriormente esse coeficiente será considerado significativo a $p\text{-valor} < 0,10$. Assim, somente os termos $X_1(L)$ e $X_2(L)$ apresentaram efeito significativo na resposta avaliada, ou seja a adição de fibra de trigo e fibra de aveia nos níveis estudados influenciam de forma linear a cromaticidade da amostra, de forma que quanto maior a adição de fibras, menor é a cromaticidade da amostra.

A Análise de Variância apresentada na Tabela 28 permite concluir que o modelo ajustado para esta resposta é adequado, uma vez que a porcentagem de variação explicada é de 83% e o $F_{\text{calculado}}$ (regressão) é significativo ($p \leq 0,05$).

Tabela 28 Análise de variância para a regressão do modelo para o parâmetro C*. $R^2 = 0,829$.

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F _{cal}	p-valor
Regressão	3,395	5	0,679	5,874	3,72E-02
Resíduos	0,578	5	0,116		
F. ajuste	0,530	3	0,177	7,361	0,024
Erro puro	0,048	2	0,024		
Total	3,973	10	0,397		

Com base nos resultados demonstrados na Tabela 26 para a resposta h, somente os termos $X_1(L)$, $X_2(L)$ e $X_2(Q)$ serão estatisticamente significativos ($p \leq 0,05$). O termo $X_1(Q)$ apresentou p-valor igual a 0,062 e pelos mesmos motivos de condições operacionais citados anteriormente, esse coeficiente será considerado significativo a $p\text{-valor} < 0,10$. Assim, os termos $X_1(L)$, $X_2(L)$, $X_1(Q)$ e $X_2(Q)$ apresentaram efeito significativo na resposta avaliada, indicando que tanto a adição de fibra de trigo, quanto a adição de fibra de aveia influenciam no grau de tonalidade da amostra.

A Análise de Variância apresentada na Tabela 29 permite concluir que o modelo ajustado para esta resposta é adequado, uma vez que a porcentagem de variação explicada é de 98% e o $F_{\text{calculado}}$ (regressão) é significativo ($p \leq 0,05$).

Tabela 29 Análise de variância para a regressão do modelo para o parâmetro h. $R^2 = 0,976$

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F _{cal}	p-valor
Regressão	70,594	5	14,119	123,997	$3,08 \times 10^{-5}$
Resíduos	0,569	5	0,114		
F. ajuste	0,511	3	0,170	5,877	0,037
Erro puro	0,058	2	0,029		
Total	71,164	10	7,116		

Os resultados da ANOVA permitiram gerar as superfícies de resposta apresentadas na Figura 22 e a adequação dos modelos para as respostas L^* , C^* e h^* são expressos a seguir:

$$Y_{L^*} = 65,524 + 0,746 X_1 + 0,742 X_2 \quad (4)$$

$$Y_{C^*} = 19,742 + 0,290 X_1 + 0,520 X_2 \quad (5)$$

$$Y_h = 51,986 + 2,072 X_1 + 1,976 X_2 - 0,577 X_1^2 - 0,733 X_2^2 - 0,140 X_1 X_2 \quad (6)$$

O modelo (4) obtido para a resposta L^* apresentou coeficientes positivos, indicando que o aumento da adição de fibra de trigo e/ou fibra de aveia promove o aumento da luminosidade da amostra. Este aumento no valor de L^* pode ser devido à coloração das fibras (de branco a bege claro opaco) e também pelo aumento na absorção de água ocasionado pelo uso conjunto das duas fibras. Houve um aumento da cromaticidade conforme a adição de fibras conforme observado nos valores positivos dos coeficientes do modelo (5). A adição de fibras aumenta o grau de tonalidade da amostra, aproximando-se mais do amarelo. Em estudo realizado por Barretto (2007) observou-se que a fibra de trigo não contribui para a cromaticidade. Os maiores valores de cromaticidade encontrados foram em amostras que utilizaram aproximadamente 5% de inulina, 2,5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia.

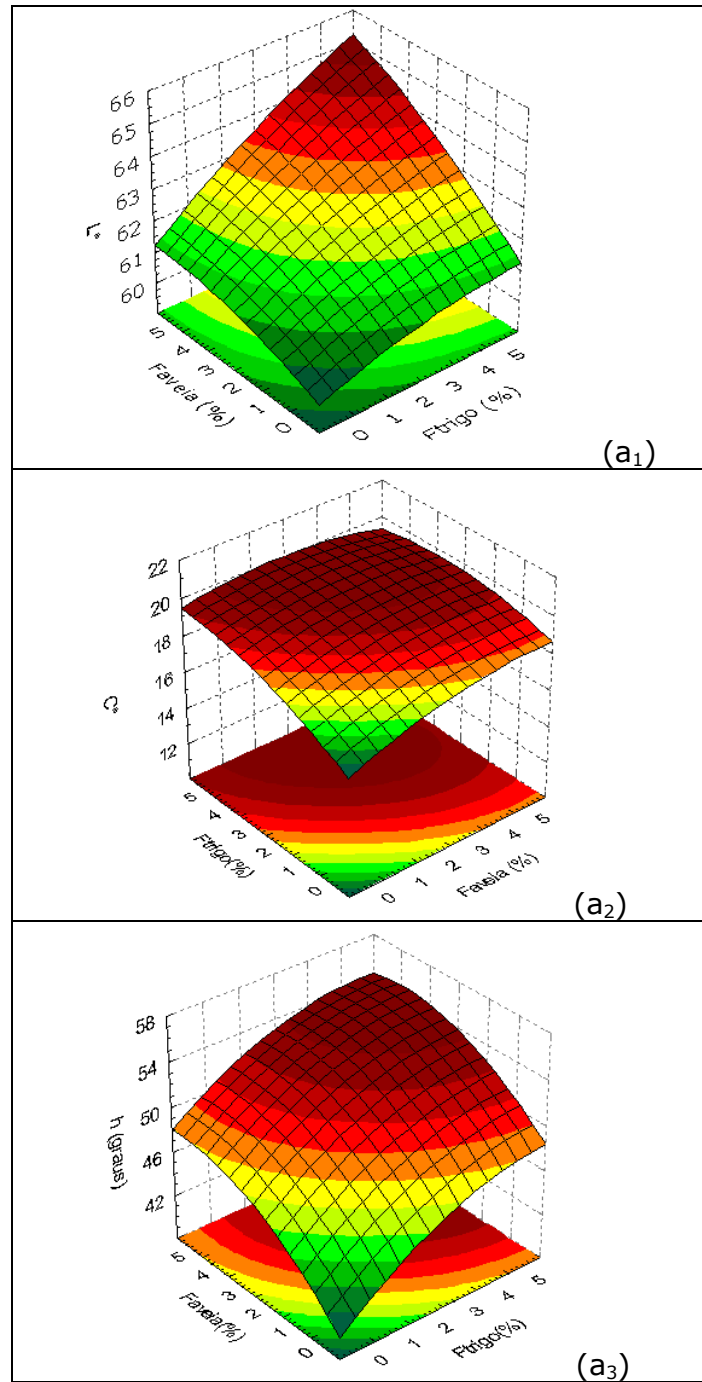


Figura 22. Efeito dos níveis de fibra de trigo (Ftrigo) e fibra de aveia (Faveia) na cor. Legenda: a₁, a₂, a₃ - Superfícies de resposta para L^* , C^* e h , respectivamente.

5.4.4 Análise do perfil de textura

Os resultados apresentados na Tabela 30 para as respostas da Análise do Perfil de Textura (TPA) foram tratados estatisticamente e os coeficientes de regressão do modelo são demonstrados na Tabela 31.

Tabela 30. Resultados do DCCR para as respostas Dureza (g/cm^2), Elasticidade (cm), Coesividade (razão) e Mastigabilidade (g/cm). $R^2_{\text{dureza}} = 0,962$, $R^2_{\text{elast}} = 0,991$, $R^2_{\text{coesiv}} = 0,962$, $R^2_{\text{mastigab}} = 0,945$.

Ensaio	Variáveis		TPA			
	Ftrigo (%)	Faveia (%)	Dureza (g)	Coesiv. (razão)	Elastic. (razão)	Mastig. (g)
1	0,7	0,7	897,0	0,778	0,460	621,7
2	4,3	0,7	1545,5	0,729	0,363	782,4
3	0,7	4,3	1503,5	0,723	0,375	736,4
4	4,3	4,3	1836,5	0,702	0,327	1130,7
5	0,0	2,5	851,6	0,768	0,426	592,5
6	5,0	2,5	1768,8	0,712	0,343	1082,3
7	2,5	0,0	937,6	0,742	0,412	819,1
8	2,5	5,0	1747,6	0,710	0,333	1101,5
9	2,5	2,5	1187,0	0,726	0,372	986,0
10	2,5	2,5	1194,5	0,727	0,370	913,5
11	2,5	2,5	1140,1	0,720	0,367	983,9
Controle	0,0	0,0	1187,0	0,827	0,488	913,5

De acordo com os resultados expressos na Tabela 31 para a resposta Dureza, serão estatisticamente significativos ($p \leq 0,05$) os termos $X_1(L)$, $X_2(L)$ e $X_2(Q)$, O termo $X_1(Q)$ apresentou p-valor igual a 0,068 e pelos mesmos motivos de condições operacionais citados anteriormente esse coeficiente será considerado significativo a $p\text{-valor} < 0,10$. Assim, somente o termo X_1X_2 não apresentou efeito significativo na resposta indicando que a interação das duas fibras não ocasiona efeito significativo na dureza da amostra.

Tabela 31. Coeficientes de regressão do modelo para a resposta Dureza (g), Elasticidade (razão), Coesividade (razão) e Mastigabilidade (g). $R^2_{\text{dureza}} = 0,962$, $R^2_{\text{elast}} = 0,991$, $R^2_{\text{coesiv}} = 0,962$, $R^2_{\text{mastigab}} = 0,945$.

Termo	Dureza(g)			Elasticidade (razão)			Coesividade (razão)			Mastigabilidade (g)		
	Coef. Reg.	Erro padrão	p-valor	Coef. Reg.	Erro padrão	p-valor	Coef. Reg.	Erro padrão	p-valor	Coef. Reg.	Erro padrão	p-valor
Média	1173,9	57,912	$5,41 \times 10^{-6}$	0,370	0,003	$6,54 \times 10^{-10}$	0,724	0,004	$6,82 \times 10^{-11}$	961,1	36,0	$1,37 \times 10^{-6}$
X ₁ (L)	284,8	35,464	$4,84 \times 10^{-4}$	-0,033	0,002	$9,92 \times 10^{-6}$	-0,019	0,002	$4,45 \times 10^{-4}$	156,0	22,0	0,001
X ₁ (Q)	98,0	42,210	0,068	0,008	0,002	0,014	0,008	0,003	0,034	-82,1	26,2	0,026
X ₂ (L)	255,4	35,464	0,001	-0,029	0,002	0,000	-0,016	0,002	0,001	107,8	22,0	0,004
X ₂ (Q)	114,2	42,210	0,043	0,002	0,002	0,378	0,001	0,003	0,771	-20,7	26,2	0,466
X ₁ .X ₂ (L)	-78,8	50,153	0,177	0,012	0,003	0,005	0,007	0,003	0,082	58,4	31,2	0,120

A Análise de Variância apresentada na Tabela 32 permite concluir que o modelo ajustado para esta resposta é adequado, uma vez que a porcentagem de variação explicada é de 96% e o $F_{\text{calculado}}$ (regressão) é significativo ($p \leq 0,05$).

Tabela 32 Análise de variância para a regressão do modelo para a resposta Dureza. $R^2 = 0,962$.

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F_{cal}	p-valor
Regressão	1323545	5	264709	60,895	$1,77 \times 10^{-4}$
Resíduos	21735	5	4347		
F. ajuste	19998	3	6666	7,675	0,022
Erro puro	1737	2	869		
Total	1345280	10	134528		

Para a resposta Elasticidade, foram estatisticamente significativos ($p \leq 0,05$) os termos $X_1(L)$, $X_1(Q)$, $X_2(L)$ e X_1X_2 , de acordo com os resultados expressos na Tabela 31. Assim, somente o termo $X_2(Q)$ não apresentou efeito significativo na resposta.

Os resultados obtidos da ANOVA (Tabela 33) indicam que o modelo ajustado para esta resposta é adequado, pois a porcentagem de variação explicada é de 99% e o $F_{\text{calculado}}$ (regressão) é significativo ($p \leq 0,05$).

Tabela 33 Análise de variância para a regressão do modelo para a resposta elasticidade. $R^2 = 0,991$.

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F _{cal}	p-valor
Regressão	$1,64 \times 10^{-2}$	5	$3,27 \times 10^{-3}$	149,66	$1,94 \times 10^{-3}$
Resíduos	$1,09 \times 10^{-4}$	5	$2,19 \times 10^{-5}$		
F. ajuste	$9,67 \times 10^{-5}$	3	$3,22 \times 10^{-5}$	5,09	0,049
Erro puro	$1,27 \times 10^{-5}$	2	$6,33 \times 10^{-5}$		
Total	$1,65 \times 10^{-2}$	10	$1,65 \times 10^{-3}$		

Na avaliação da resposta Coesividade, foram estatisticamente significativos ($p \leq 0,05$) os termos $X_1(L)$, $X_1(Q)$ e $X_2(L)$. O termo X_1X_2 apresentou p-valor igual a 0,082 e pelos mesmos motivos de condições operacionais citados anteriormente esse coeficiente será considerado significativo a $p\text{-valor} < 0,10$. Assim, somente o termo $X_2(Q)$ não apresentou efeito significativo na resposta.

Tabela 34 Análise de variância para a regressão do modelo para a resposta Coesividade. $R^2 = 0,962$.

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F _{cal}	p-valor
Regressão	$5,35 \times 10^{-3}$	5	$1,07 \times 10^{-3}$	24,62	0,002
Resíduos	$2,17 \times 10^{-4}$	5	$4,35 \times 10^{-5}$		
F. ajuste	$1,89 \times 10^{-4}$	3	$6,29 \times 10^{-5}$	4,39	0,065
Erro puro	$2,87 \times 10^{-5}$	2	$1,43 \times 10^{-5}$		
Total	$5,57 \times 10^{-3}$	10	$5,57 \times 10^{-4}$		

A adequação do modelo é confirmada pelos resultados da Análise de Variância (Tabela 34), onde a porcentagem de variação explicada é de 96% e o $F_{\text{calculado}}$ (regressão) é significativo ($p \leq 0,05$).

Finalmente os termos significativos ($p \leq 0,05$) para a resposta

Mastigabilidade foram: $X_1(L)$, $X_1(Q)$ e $X_2(L)$. O termo X_1X_2 não apresentou efeito significativo na resposta indicando que a interação das duas fibras não ocasiona efeito significativo na mastigabilidade da amostra.

A Análise de Variância apresentada na Tabela 35 permite concluir que o modelo ajustado para esta resposta é adequado, uma vez que a porcentagem de variação explicada é de 96% e o $F_{\text{calculado}}$ (regressão) é significativo ($p \leq 0,05$).

Tabela 35 Análise de variância para a regressão do modelo para o atributo mastigabilidade. $R^2 = 0,959$.

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F_{cal}	p-valor
Regressão	341704	5	68341	20,01	0,003
Resíduos	17076	5	3415		
F. ajuste	13672	3	4557	2,68	0,152
Erro puro	3404	2	1702		
Total	358780	10	35878		

Os resultados da ANOVA permitiram gerar as superfícies de resposta apresentadas nas Figuras 23 e 24 e a adequação dos modelos para as respostas Dureza, Elasticidade, Coesividade e Mastigabilidade.

$$Y_{\text{Dureza}} = 1173,9 + 284,8 X_1 + 255,4 X_2 + 284,8 X_1^2 + 114,2 X_2^2 \quad (7)$$

$$Y_{\text{Elast.}} = 0,370 - 0,033 X_1 - 0,029 X_2 + 0,008 X_1^2 + 0,012 X_1 X_2 \quad (8)$$

$$Y_{\text{Coesiv.}} = 0,724 - 0,019 X_1 - 0,016 X_2 + 0,008 X_2^2 \quad (9)$$

$$Y_{\text{Mastig.}} = 961,1 + 156,0 X_1 + 107,8 X_2 - 82,1 X_1^2 \quad (10)$$

O modelo (7) obtido para a resposta Dureza apresentou coeficientes positivos, indicando que o aumento da adição de fibra de trigo e/ou

fibra de aveia promoveu o aumento dureza da amostra. A ocorrência deste fato pode ser devida principalmente ao aumento do teor de sólidos conforme o aumento da adição de fibras. O mesmo pode se dizer a respeito da resposta Mastigabilidade, conforme observado o modelo (10) e a superfície de resposta (Figura 23).

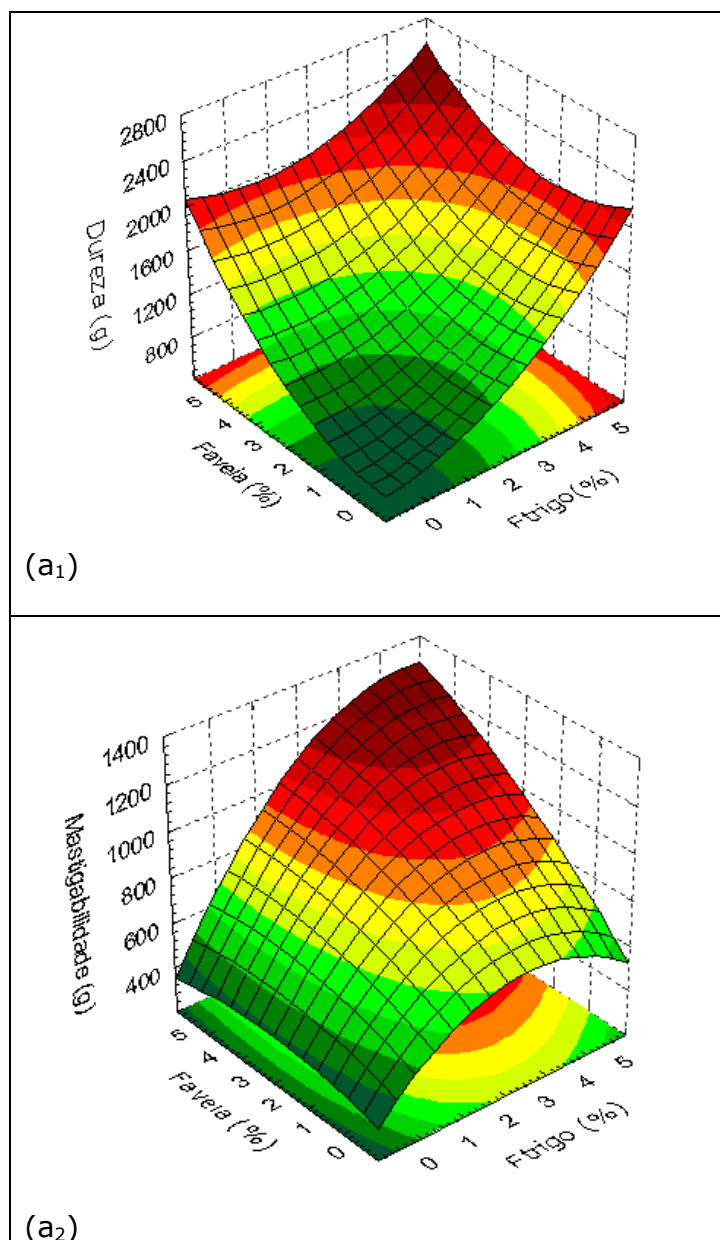


Figura 23. Efeito dos níveis de fibra de trigo (Ftrigo) e fibra de aveia (Faveia) na Dureza (a₁) e Mastigabilidade (a₂).

Pode-se observar nos modelos (8) e (9) e nas superfícies de resposta (Figura 24) que houve ligeira redução na elasticidade e coesividade em comparação com a formulação padrão (sem fibras) conforme o aumento da adição de fibras.

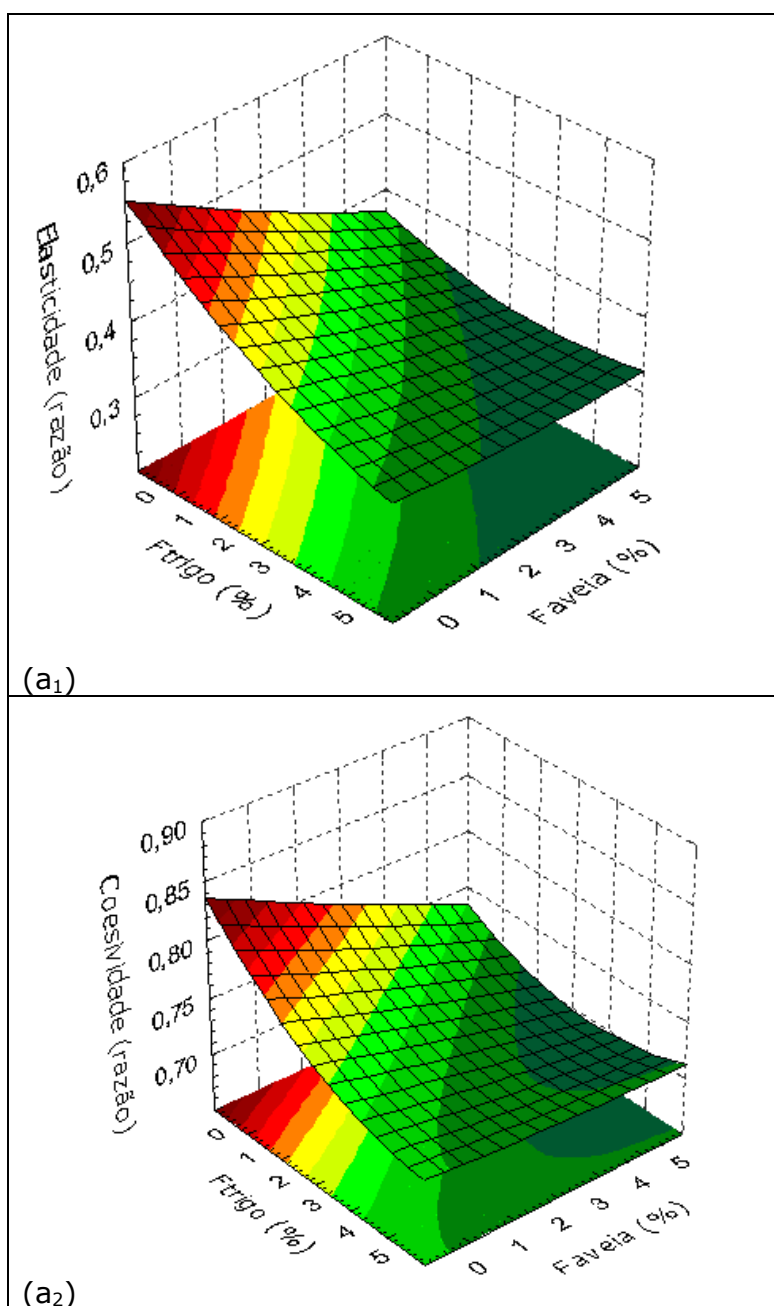


Figura 24. Efeito dos níveis de fibra de trigo (Ftrigo) e fibra de aveia (Faveia) na Elasticidade (a₁) e Coesividade (a₂).

Hughes *et al.* (1997) avaliou a adição de 3% de fibras de cereais em sistema modelo de emulsão cárnea. Os resultados obtidos pelo autor mencionaram que amostras adicionadas de fibra de trigo apresentaram-se mais firmes, com menos elasticidade e coesividade. Esses resultados foram relacionados com as notas obtidas na análise sensorial.

5.5 CONCLUSÕES

A adição de fibra de trigo e fibra de aveia até 5% promoveu a estabilidade de emulsão e a capacidade de retenção de água.

A utilização de teores superiores a 5% de fibra de trigo e fibra de aveia implica na adição de quantidades menores dos demais extensores, afetando negativamente essas propriedades, uma vez que a proteína isolada de soja e o amido possuem influência na estabilidade de emulsão e capacidade de retenção de água.

Um aumento significativo da luminosidade (L^*) foi obtido com a adição da fibra de trigo e/ou fibra de aveia. Também ocorreu um aumento da intensidade de amarelo. Os atributos de textura foram influenciados significativamente pela adição de fibra de trigo e fibra de aveia, ocasionando um aumento na dureza e mastigabilidade das amostras, porém houve ligeira redução nos atributos de elasticidade e coesividade.

6 ESTABILIDADE MICROBIOLÓGICA E OXIDATIVA DAS EMULSÕES CÁRNEAS COZIDAS ADICIONADAS DE DIFERENTES NÍVEIS DE FIBRAS DE TRIGO E AVEIA.

6.1 INTRODUÇÃO

Durante a estocagem, os atributos de qualidade de um produto cárneo são degradados devido à oxidação lipídica e ao crescimento microbiano. O crescimento microbiológico causa deterioração do produto e está associada a segurança do alimento. Além de danos à saúde do consumidor, a alta contagem microbiológica implica em perdas econômicas para o fabricante. A oxidação lipídica é responsável pela redução na qualidade nutricional e alterações sensoriais (AGUIRREZÁBAL *et al.*, 2000).

Muitos produtos cárneos processados são particularmente susceptíveis a rancidez oxidativa devido à exposição excessiva e/ou elevadas temperaturas durante o processamento (SALLAM, 2004). A oxidação lipídica é um fator determinante no armazenamento de carnes e seus derivados. Mudanças bioquímicas pós-abate que estão envolvidas na transformação do músculo em carne, são acompanhadas pela perda da atividade antioxidante das células, facilitando os processos oxidativos dos lipídios da carne (SOUZA *et al.* 2007, JENSEN, *et al.*, 1997).

Operações de processamento aumentam a interação entre os catalisadores oxidativos e os lipídios provenientes da matéria-prima e formulação e introduzem o oxigênio, como ocorre, por exemplo, na etapa de cominuição. O cozimento provoca ruptura do tecido, liberando o ferro, e causa desnaturação protéica, inativando as enzimas antioxidantes. Isso contribui para mudanças indesejáveis nos parâmetros de qualidade, incluindo a redução na qualidade nutricional, perda da capacidade de retenção de água, e mudanças na textura e sabor (SOUZA *et al.* 2007, SALLAM *et al.*, 2004).

Segundo Torres *et al.* (1989) “a oxidação lipídica pode ocorrer quando a porção insaturada aos ácidos graxos reage com o oxigênio molecular para formar peróxidos, hidroperóxidos e compostos carbonílicos. Os hidroperóxidos podem se decompor em compostos menores, tais como aldeídos, cetonas, álcoois e ácidos os quais causam odor, sabor e aroma característicos de ranço”.

A carne mecanicamente separada (CMS) de frango é uma matéria-prima cárnea muito utilizada na elaboração de produtos cárneos. De acordo com Galvão (1994), a separação mecânica altera a composição da matéria-prima original e o rompimento das fibras do tecido muscular resulta na diminuição das propriedades funcionais de suas proteínas (POLLONIO,1994). A incorporação de lipídios existentes na medula óssea, na camada subcutânea e dorso com depósito abdominal de gordura resulta em uma carne com maior teor de gordura, assim como a utilização de partes com pele.

A oxidação de lipídios presentes na CMS pode causar polimerização da proteína e sua insolubilização, ruptura da cadeia polipeptídica e destruição dos aminoácidos. Essas interações influenciam negativamente as propriedades funcionais da carne. Uma matéria-prima com alta instabilidade a oxidação lipídica, como é o caso da CMS, pode sofrer grandes efeitos na funcionalidade

Barretto (2007) avaliou a estabilidade oxidativa durante a estocagem de mortadela com baixo teor de gordura adicionada de inulina, fibra de trigo e fibra de aveia e não foi encontrada diferença significativa nos valores de TBARS (Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico) entre as amostras. A autora menciona que o resultado obtido foi devido à baixa quantidade de gordura presente na formulação, e também pela utilização de substâncias antioxidantes presentes, consideradas bastante efetivas no controle da oxidação lipídica.

6.2 OBJETIVO

Avaliar a estabilidade microbiológica e oxidativa e características sensoriais das emulsões cárneas cozidas adicionadas de diferentes níveis de fibras de trigo e aveia.

6.3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas duas formulações de pão de carne adicionadas de fibra de trigo e fibra de aveia e uma formulação controle (sem fibra) para a avaliação da estabilidade oxidativa e microbiológica durante o armazenamento refrigerado, nos tempos 0, 20 e 40 dias após o processamento. A Tabela 36 a seguir apresenta, em detalhes, todas as formulações testadas.

Tabela 36. Formulações de pão de carne adicionado de fibras e formulação controle.

Matéria - Prima	Formulações (%)		
	FA	FB	FC
Carne bovina	17,05	16,41	17,96
Carne suína	11,06	10,66	11,07
CMS	30,00	28,89	30,02
Toucinho	6,14	5,91	6,14
Gelo	25,00	25,00	25,00
Sal	1,61	1,61	1,61
Nitrito	0,02	0,02	0,02
Tripolifosfato de sódio	0,24	0,24	0,24
Eritorbato de sódio	0,04	0,04	0,04
Condimento para salsicha	0,38	0,38	0,38
Pimenta branca	0,01	0,01	0,01
Noz-moscada	0,01	0,01	0,01
Fibra de trigo	2,50	5,00	0,00
Fibra de aveia	2,50	2,50	0,00
Proteína isolada de soja	1,58	1,52	2,50
Amido	1,88	1,81	5,00
Total	100,00	100,00	100,00

6.3.1 Estabilidade oxidativa

O número de TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) foi determinado segundo a metodologia descrita por Tarladgis *et al.* (1960). Por se tratar de um produto curado, com nitrito em sua formulação, adicionou-se o reagente sulfanilamida 0,5% em HCl 20% v/v, segundo Zispser e Watts (1962). O resultado foi expresso em miligramas de substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico/kg de amostra.

6.3.2 Estabilidade microbiológica.

Análises de contagem padrão em placas, contagem total de psicotróficos, coliformes totais e fecais foram realizadas para avaliar a estabilidade microbiológica das amostras armazenadas sob refrigeração, segundo a metodologia descrita em *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (DOWNES; ITO, 2001).

6.3.3 Análise sensorial

Foram recrutados 120 (cento e vinte) provadores não treinados, de ambos os sexos, consumidores de produtos cárneos emulsionados cozidos, compostos por estudantes e/ou funcionários da instituição onde foi conduzida a análise. Os testes sensoriais foram realizados nos laboratórios de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e do Instituto Mauá de Tecnologia (EEM-IMT), em cabines individuais, com o controle da temperatura ambiente e utilização de iluminação adequada, 24h após o processamento.

Foi aplicado um teste de aceitação (teste afetivo), onde os provadores expressaram suas opiniões sobre o produto através de uma escala hedônica estruturada de nove pontos variando de 9 (gostei extremamente) a 1 (desgostei extremamente) de acordo com a metodologia descrita por

Stone e Sidel (1993). Os atributos avaliados foram cor, sabor, textura e aceitação global. O modelo da ficha sensorial utilizada encontra-se no APÊNDICE A.

6.3.4 Tratamento estatístico

Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os resultados, incluindo os dados experimentais da análise sensorial, foram tratados por análise de variância (ANOVA), para verificar se as amostras foram estatisticamente diferentes. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey sendo a diferença mínima estabelecida ao nível de 5% de significância. Os cálculos foram realizados através do *software* STATISTICA 5.5 para Windows (STATSOFT Inc., 2000).

6.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.4.1 Estabilidade oxidativa

A Tabela 37 a seguir apresenta o número obtido das substâncias que reagem com o ácido tiobarbitúrico de amostras de pão de carne durante o período de armazenamento refrigerado.

Tabela 37. Resultados da estabilidade à oxidação lipídica (mg TBARS/kg) das amostras durante o período de estocagem.

Amostra	mg TBARS/kg		
	0 dia	20 dias	40 dias
FA	1,385 ^a	1,534 ^a	1,81 ^a
FB	1,413 ^a	1,679 ^b	2,07 ^b
FC	1,582 ^b	1,721 ^b	2,03 ^{bc}

^{a,b,c} médias na coluna que não apresentam a mesma letra são diferentes significativamente, $p < 0,05$, $n = 3$ (Teste Tukey).
FA: formulação com 2,5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia; FB: formulação com 5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia; FC: formulação sem fibras.

A amostra FC (sem fibras) apresentou valores de TBARS ligeiramente superiores às formulações FA (2,5% fibra de trigo, 2,5% fibra de aveia) e FB (5% fibra de trigo, 2,5% fibra de aveia) logo após o processamento. Após 20 dias de estocagem não houve diferença significativa nos valores de TBARS ($p < 0,05$) entre as amostras FB (5% fibra de trigo, 2,5% fibra de aveia) e FC (sem fibras), sendo superiores ao valor apresentado pela amostra FA (2,5% fibra de trigo, 2,5% fibra de aveia). A mesma situação ocorre após 40 dias de estocagem.

Em estudos realizados por Barretto (2007) com adição de fibras em mortadelas, não foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) nos valores de TBARS entre as amostras. No entanto, as formulações estudadas possuíam baixo teor de gordura.

6.4.2 Estabilidade microbiológica

A Tabela 6.3 a seguir apresenta os resultados da avaliação microbiológica das amostras de pão de carne durante o período de armazenamento refrigerado.

Tabela 38. Resultados das análises microbiológicas das amostras durante o período de estocagem.

Amostra	Contagem total (UFC/g)			Bactérias psicrotróficas (UFC/g)			Coliformes a 45°C (NMP/g)		
	0 dia	20 dias	40 dias	0 dia	20 dias	40 dias	0 dia	20 dias	40 dias
FA	$2,0 \times 10^1$	$3,0 \times 10^5$	$2,3 \times 10^7$	<10	$5,1 \times 10^2$	$7,3 \times 10^4$	<10	$1,1 \times 10^1$	$2,1 \times 10^3$
FB	$1,7 \times 10^1$	$4,1 \times 10^5$	$2,7 \times 10^7$	<10	$6,3 \times 10^2$	$6,4 \times 10^4$	<10	$2,3 \times 10^1$	$3,1 \times 10^3$
FC	$2,1 \times 10^1$	$4,6 \times 10^5$	$2,6 \times 10^7$	<10	$5,7 \times 10^2$	$6,9 \times 10^4$	<10	$1,8 \times 10^1$	$3,7 \times 10^3$

FA: formulação com 2,5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia;

FB: formulação com 5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia;

FC: formulação sem fibras.

Devido principalmente à forma de processamento (manipulação e embalagem do produto somente após o resfriamento) as amostras

apresentaram alta contagem microbiológica após 20 dias de armazenamento, estando deterioradas e impróprias para o consumo após 40 dias de estocagem.

6.4.3 Análise sensorial

Os resultados apresentados na Tabela 6.4 demonstram que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras para os atributos textura, sabor e impressão global (geral), com opinião situada em torno de *gostei regularmente* (nota 7). As amostras diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) no atributo Cor, onde a formulação FB (5% fibra de trigo, 2,5% fibra de aveia) obteve nota média inferior.

Tabela 39. Valores das médias e variâncias para cada atributo avaliado na análise sensorial.

Formulação	Cor		Textura		Sabor		Impressão Global	
	Média	Variância	Média	Variância	Média	Variância	Média	Variância
FA	6,8 ^{ab}	0,7	6,8 ^a	1,3	6,8 ^a	1,1	6,8 ^a	1,1
FB	6,6 ^a	0,3	6,7 ^a	1,7	6,7 ^a	0,6	6,7 ^a	1,3
FC	7,0 ^b	1,1	6,8 ^a	1,2	7,0 ^a	0,4	7,0 ^a	0,9

FA: formulação com 2,5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia;

FB: formulação com 5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia;

FC: formulação sem fibras.

Para uma melhor compreensão das distribuições das notas atribuídas pelos provadores, as Figuras 25, 26, 27 e 28 a seguir apresentam a frequência das notas para cada atributo avaliado em cada amostra.

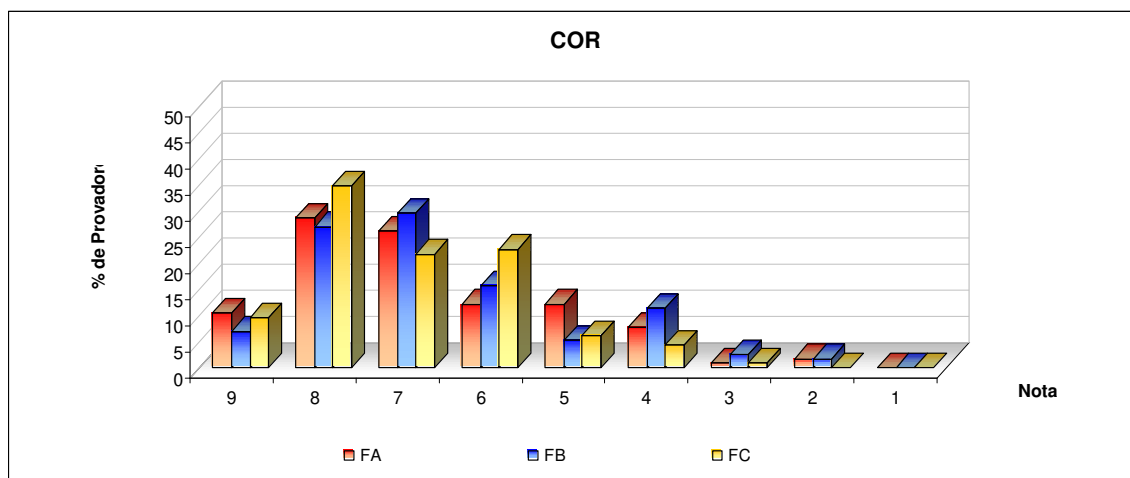


Figura 25. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo cor.
 FA: formulação com 2,5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia;
 FB: formulação com 5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia;
 FC: formulação sem fibras.

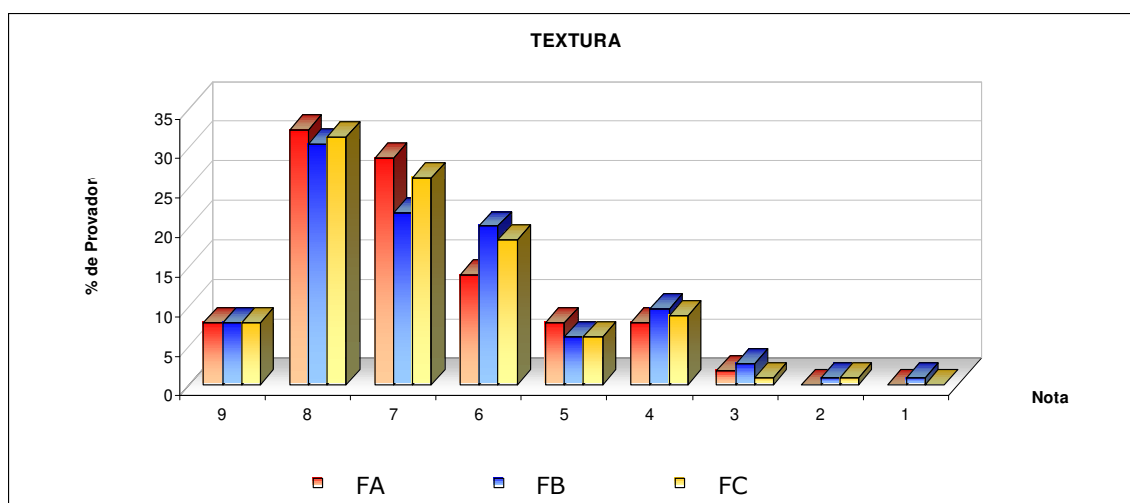


Figura 26. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo textura.
 FA: formulação com 2,5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia;
 FB: formulação com 5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia;
 FC: formulação sem fibras.

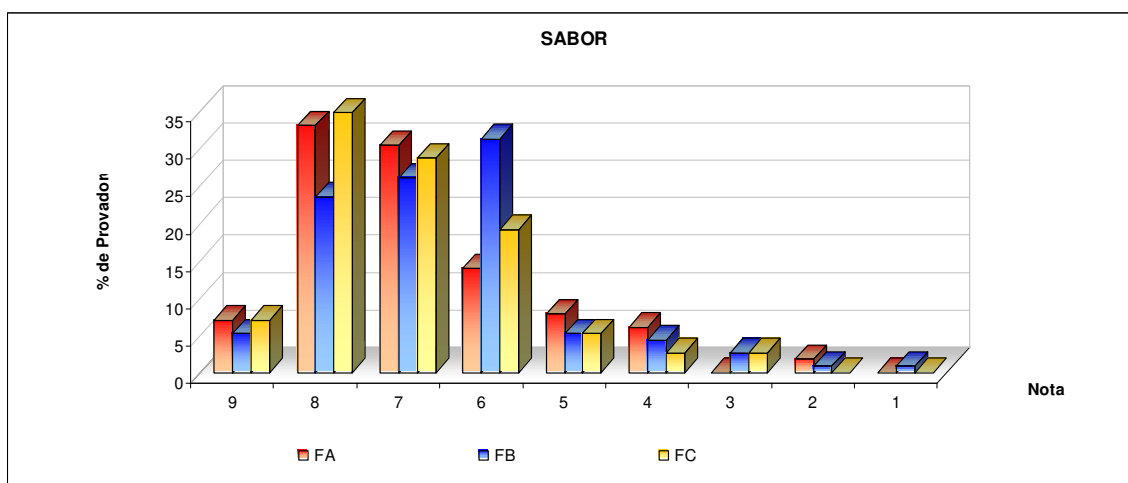


Figura 27. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo sabor.
 FA: formulação com 2,5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia;
 FB: formulação com 5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia;
 FC: formulação sem fibras.

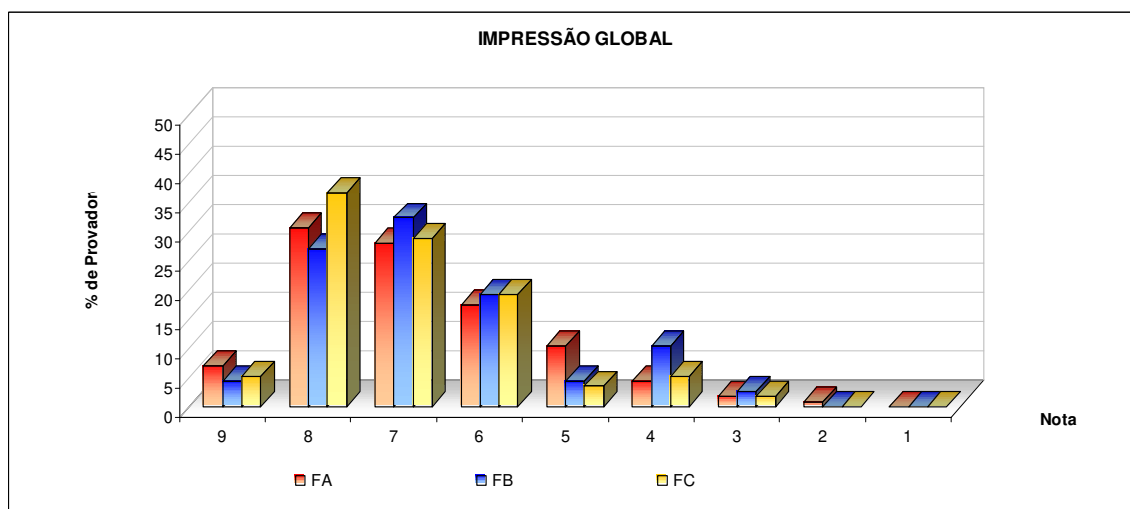


Figura 28. Frequência das notas atribuídas pelos provadores para o atributo impressão global (geral).
 FA: formulação com 2,5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia;
 FB: formulação com 5% de fibra de trigo e 2,5% de fibra de aveia;
 FC: formulação sem fibras.

6.5 CONCLUSÃO

A adição de fibra de trigo e fibra de aveia em produtos cárneos emulsionados permite a obtenção de um produto com boa aceitação com relação ao sabor, textura e impressão global, comparado com àquele sem fibras.

Não se pode afirmar que as fibras influenciam na estabilidade da oxidação lipídica. As variações encontradas podem ser oriundas da matéria-prima e processamento.

Como qualquer outro produto cárneo, não especificamente os adicionados de fibras, torna-se necessário modificar as condições de processamento, principalmente resfriamento e embalagem de forma a aumentar a estabilidade microbiológica do produto.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. American Association of Cereal Chemistry. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**. Vol. 46 (3), p.112-129, 2001.

ABEF. Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos. **Produção brasileira de carne de frango (2007)**. Disponível em: <http://www.abef.com.br/Estatisticas/MercadoInterno/Atual.php>. Acesso em 10/01/2008.

AGUIRREZÁBAL, M. M.; MATEO, J.; DOMÍNGUEZ, M. C.; ZUMALACÁRREGUI, J. M. The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausages. **Meat Science**. Vol 54, p. 77-81. 2000.

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

ALESON-CARBONELL, L. FERNÁNDEZ-LOPEZ, J.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A.; KURI, V. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. **Innovate Food Science e Emerging Technologies**. Vol. 6, p. 247-255, 2005.

ANANDH, M. A.; LAKSHMANAN, V.; ANJANELUYU. Designer meat foods. **Indian Food Indust.** Vol. 22 (4), p. 40-45. 2003.

ANON. Dietary fibre. **Food Science and Technology**. Vol. 15 (3), p. 34-37.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Atribuição de função de aditivos, aditivos e seus limites máximos de uso para a categoria 8 - carne e produtos cárneos**. Portaria nº 1.004, de 11 de dezembro de 1998.

AOAC. Official methods of analysis. 16th edition. Washington, DC: **Association of Official Analytical Chemists**. 1997.

ARCHER, B. J.; JOHNSON, S. K.; DEVEREUX, H. M.; BAXTER, A. Effect of fat replacement by inulin or lupin-kernel fibre on sausage patty

acceptability, pot-meal perceptions of satiety and food intake in men. **British Journal Nutrition**. Vol 91, p. 591-599. 2004

ASHWELL, M. Concepts of functional foods. **International Life Science Institute Europe Concise Monograph Series**. Brussels, Belgium: International Life Science Institute. 2002.

BARBUT, S. Morphology and texture of turkey sausage. **Poultry Science**. v. 64 (5), 1985.

BARRETTO, A. C. S.; SANTOS, L. C. S.; POLLONIO, M. A. R. Efeito da utilização de fibras como substituto de gordura na textura de mortadela. In: **XX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Outubro, 2006.

BARRETTO, A.C.S.; Efeito da adição de fibras com substituto de gordura em mortadela. 2007 163p. **Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)** - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2007.

BERAQUET, N. J. *et al.*. Como aproveitar toda a carne de frango. **Avicultura, suinocultura e industrialização de carnes**. N. 966, p. 34-44. 1990.

BERAQUET, N. J. Panorama da Carne de Frango Mecanicamente Separada. In: **Apostila do Seminário sobre produção e utilização da carne de frango separada mecanicamente**. ITAL, p. 49-57, Campinas, 1988.

BIESALSKI, H. K. Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? Review. **Meat Science**. 70, 509 – 524, 2005.

BLIGH, E.G. e DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can.J. Biochem. Physiol.**, 37:911-917, 1959.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, 32 (7), p. 62-66, 1978.

BRASIL. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Resolução – RDC nº 360** de 23 de dezembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Lingüiça e de Salsicha. **Instrução Normativa de Nº 4**, de 31 de março de 2000^a.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Copa, de Jerked Beef, de Presunto tipo Parma, de Presunto Cru, de Salame, de Salaminho, de Salame tipo Alemão, de Salame tipo Calabres, de Salame tipo Friolano, de Salame tipo Napolitano, de Salame tipo Hamburgues, de Salame tipo Italiano, de Salame tipo Milano, de Linguiça Colonial e Pepperoni. – **Instrução Normativa de Nº 22**, de 31 de julho de 2000.

BUCKERIDGE, S.; CROMBIE, H. J.; MENDES, C. J. M.; REID, J. S. G.; GIDLEY, M. J.; VIEIRA, C. C. J. A new family of oligosaccharides from the xyloglucan of *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae) cotyledons. **Carbohydrate Research**, v. 303 (2), p. 233-273, 1997.

BURKITT, D.O. The development of the fibre hypothesis. In: **G.G. Birch and K.J.Parker** (eds), pp. 21-7, *Dietary Fibre*, London, Applied Science Publishers, 1983.

CÁCERES, E.; GARCÍA, M. L.; SELGAS, M. D. The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. **Meat Science**. Vol. 68, p. 87-96, 2004.

CARBALLO, J.; FERNANDEZ, P.; BARRETO, G.; SOLAS, M. T.; JIMENEZ-COLMENERO, F. Morphology and texture of Bologna sausage as related to content of fat, starch and egg white. **Journal of Food Science**. Vol 61 (3), p. 652-655, 1996.

CAVA, G. C. Efeito da adição de extrato de alecrim e alho em pó nos parâmetros de cor e oxidação lipídica de produto cárneo emulsionado à base de frango. **Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)** - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 2007.

CENGİZ E., GOKOĞLU N. Changes in energy and cholesterol contents of frankfurter-type sausages with fat reduction and fat replacer addition. **Food Chemistry**, 91 , p. 443-447, 2005.

CHO, S.S., O'SULLIVAN, K.; RICKARD, S. Worldwide dietary fiber intake: recommendations and actual consumption patterns. In: Cho, S. S.; Prosky, L.; Dreher, M. (eds), **Complex Carbohydrates in Foods**, p. 411-29, New York, Marcel Dekker, 1999.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Report of the nineteenth session of the codex committee on nutrition and foods for special dietary uses**. 21a. session. July, 1995.

CORREIA, L. R.; MITTAL, G. S.; BASIR, O. A. Ultrasonic detection of bone fragment in mechanically deboned chicken breasts. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. 2007.

DAROS, F. G.; MASSON, M. L.; AMICO, S. C. The influence of the addition of mechanically deboned poultry meat on the rheological properties of sausage. **Journal of Food Engineering**. Vol 68 (2), p. 185-189. 2005.

DESMOND, E. M. ; TROY, D. J. ; BUCKLEY, D. J. The effects of tapioca starch, oat fibre and whey protein on the physical and sensorial properties of low-fat beef burgers. **Lebensm. – Wiss. U. – Technol.** Vol 31, p. 653-657, 1998

DEXTER, D. R.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Quality characteristics of turkey bologna formulated with farrageenan, starch, milk and soy protein. **Journal of muscle foods**. Vol 4, p. 207-223. 1993.

DIPENMAAT-WOLTERS, M. G .E. Functional properties of dietary fibre in foods. In: **Food Ingredients Europe: conference Proceeding**, 1993.

DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. American Public Health Association, Washington, D.C., 2001.

DYSSELER, P.; HOFFEM, D.; FOCKEY, J.; QUEMENER, B.; THIBAUT, J.-F.; COUSSEMENT, P. Determination of inulin and oligofructose in food products (modified AOAC dietary fibre method). In: Cho, S.S.; Prosky, L.; Dreher, M. (eds), **Complex Carbohydrates in Foods**, p. 213-27, New York, Marcel Dekker, 1999.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Meat and meat products in human nutrition in developing countries**. Rome, 1992. Disponível em: <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/t0562e/t0562e00.htm>. Acesso em 30/08/2005.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Small-scale sausage production**. Rome, 1985. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/003/x6556e/X6556E00.htm>. Acesso em 30/08/2005.

FERNÁNDEZ-GINÉZ, J. M.; FERNÁNDEZ-LOPÉZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; SENDRA, E.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A. Lemon albedo as a new source of dietary fiber: application to bologna sausages. **Meat Science**. Vol. 67, p. 7-13, 2004.

FI. Food Ingredients South American. **Award**. 12^a ed. São Paulo. 2006.

FORMANEK, Z.; LYNCH, A.; GALVIN, K.; FARKAS, J.; KERRY, J. P. Combined effects of irradiation and the use of natural antioxidants on the shelf-life stability of overwrapped minced beef. **Meat Science**. Vol 63, p. 433-440. 2003.

FREITAS, D. G. C. **Efeito da adição de pectina e frutooligossacarídeo como ingredientes funcionais no suco misto de cenoura e laranja**. Dissertação: Mestrado (Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo, 2000.

FRYE, C. B., HAND, L. W., CALKINS, C. R., E MANDIGO, R. W. Reduction or replacement of sodium chloride in a tumbled ham product. **Journal of Food Science**. 51, 836-837, 1986.

GALVÃO, M. T. E. L. **Recuperação de proteína de resíduos da desossa mecânica de dorsos de frango e sua utilização na elaboração de salsicha**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

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**. Vol. 60, p. 227-236, 2002.

GELABERT, J.; GOU, P.; GUERRERO, L. e ARNAU, J. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. **Meat Science**. 65, 833 - 839, 2003.

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

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

GUILLON, F.; CHAMP, M.; THIBAUT, J. F. Dietary fibre functional products. In: **Functional Foods: concept to product**. Edited by GIBSON, G. R.; WILLIAMS, C. M. CRC Press, Boca Raton, FL, 2000.

HAMM, R. **Kolloidchemie des Fleisches**. Berlin and Hamburg: Paul Parey, 222 p, 1972.

HEDRICK, H. B., ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. Principles of meat processing. In: **Principles of meat science**. 3 ed. P. 133-171, 1993.

HISPLEY, E.H. Dietary fibre and pregnancy toxemia. **Brit Med Journal**, v. 2, 420-2, 1953.

HOLM, J.; BJORCK, I.; OSTROUSKA, S.; ELIASSON, A.-C.; ASP, N.-G.; LARSSON, L.; LINDQUIST, I. Digestibility of amylose-lipid complexes in vitro and in vivo. **Starch**, v. 35, p.294-8, 1983.

HOUGHS, E.; COFRADES, S.; TROY, D. J. Effect of fat level, oat fiber and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. **Meat Science**. Vol, 45(3), p.273-281.1997.

HSU, S.Y., LUNG-YUEH SUN. Comparisons on 10 non-meat protein fat substitutes for low-fatKung-wans. **Journal of Food Engineering**, 2005.

JENSEN, C.; GUIDER, J.; SKOVGAAR, I.M.; STAUN, H.; SKIBSTED, L.H.; JENSEN, S.K.; MØLLER, A.J.; BUCKLEY, J.; BERTELSEN, G. Effects of dietary α -tocopheryl acetate supplementation on α -tocopherol deposition in porcine m. psoas major and m. longissimus dorsi and on drip loss, colour stability and oxidative stability of pork meat. **Meat Science**, v.45, p.491-500, 1997.

JIMÉNEZ COLMENERO, F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. Review. **Food Science and Technology**. 11, 56 – 66, 2000.

JIMÉNEZ COLMENERO, F. Technologies for developing low-fat meat products. **Trends in Food Science e Technology**. 7, 41 – 48, 1996.

JIMÉNEZ COLMENERO, J.; AYO, M. J. e CARBALLO, J. Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fibre as salt replacers. **Meat Science**. Madrid, Spain. 69, 781 – 788, 2005.

JIMÉNEZ COLMENERO, J.; CARBALLO, J. & COFRADES, S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. Review. **Meat Science**. Madrid, Spain. 59, 5 – 13, 2001.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; REIG, M.; TOLDRÁ, F. New approaches for the development of functional meat products. **Advanced Technologies for Meat Processing**, p. 275-308, 2006.

KLEEF, E.; TRIJP, H. C. M., LUNING, P. Functional foods: health claim-food product compatibility and the impact of health claim framing on consumer evaluation. **Appetite**. 44, 299 – 308, 2005.

KNIGHT, M. K.; PERKIN, J. The use of tapioca in British sausages. **Meat Manufacturing and Marketing**. Vol 5, p.29-30. 1991.

LAWRENCE, T. E.; DIKEMAN, M. E.; HUNT, M. C.; KASTNER, C. L.; JOHNSON, D. E. Effects of enhancing beef longissimus with phosphate plus salt, or calcium lactate plus non-phosphate water binders plus rosemary extracts. **Meat Science**. Vol 67, p. 127-137. 2004.

LEMAIRE, W. H. Foot long hamburger. **Food Engineering**, 50(12), ef3, 1978.

LIN, P. M.; LEEDER, J. G. Mechanism of emulsifier action in an ice cream system. **Journal of Food Science**. Vol 39, p. 108, 1974.

MANSOUR, E H. & KHALIL, A. H Characteristics of low-fat beefburger as influenced by various types of wheat fibers. **Food Research International**, v. 30, n. 314, p. 199-205, 1997.

MANSOUR, E. H.; KHALIL, A. H. Characteristics of low-fat beefburger as influenced by various types of wheat fibres. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. N.79, p.493-498, 1999.

MEINHOLD, N. M. Processed meats with 38-75% less fat. **Food Processing**, 52, 105-106, 1991.

MELLA, R. M.^a de la, GARCÍA, M. GUERRA, M.^a; HERRERA, H.; CASALS, C.; NÚÑEZ de VILLAVIVENCIO, M.; FRÓMETA, Z.; BARRERO, E. Influencia de la soya, trigo e hielo sobre la calidad de una bologna con CRM de ave. **Alimentaria**. Vol. 35, p. 41-44, 1997.

MELTEM, S. The characteristics of beef patties containing different levels of fat and oat flour. **International Journal of Food Science and Technology**, 40, p. 1-7, 2005.

MENDOZA, E.; GARCÍA, M. L.; CASAS C. & SELGAS, M. D. Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. **Meat Science**. 57, 387 – 393, 2001.

MIELNIK, M. B.; AABY, K.; ROLFSEN, M. R.; ELLEKÆR, M. R.; NILSSON, A. Quality of comminuted sausages formulates from mechanically deboned poultry meat. **Meat Science**. Vol 61, p. 73-84. 2002.

MILIAUSKAS, G.; MULDER, E.; LINSSEN, J. P. H.; HOUBEN, J. H.; van BEEK, T. A.; VENS KUTONIS, P. R. Evaluation of antioxidative properties of *Geranium macroorrhizum* and *Potentilla fruticosa* extracts in Dutch style fermented sausages. **Meat Science**. Vol 77, p. 703-708. 2007.

MUGUERZA, E.; GIMENO, O.; ANSORENA, D. & ASTIASARÁN, I. New formulations for healthier dry fermented sausages: a review. **Trends in Food Science & Technology**. 15, 452 – 457, 2004.

NEGRÃO, C. C.; MIZUBUT, I. Y.; MORITA, M. C.; COLI, C.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Biological evaluation of mechanically deboned chicken meat protein quality. **Food Chemistry**. Vol 90 p. 579-583. 2005.

NUTRITION BUSINESS JOURNAL (NBJ). **The Global Nutrition Industry in 2004: Markets in Supplements & Functional Foods**. Disponível em: http://www.naturalproductsasia.com/naturalproductsasia/images/ppt/Day1/1200-1300_Grant_NBJ.ppt. Acesso em 10/06/2005.

NUUTILA, A. M.; PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; AARNI, M.; OSMAN-CALDENTY, K. M. Comparison of antioxidants activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. **Meat Science**. Vol 7 (3), p. 209-228, 1982.

OSBURN, W. N. & KEETON, J. T. Evaluation of low-salt sausage containing desinewed lamb and konjac gel. **Meat Science**. v. 68 (2), 221-233, 2004.

PARKS, L. L.; CARPENTER, J. A. Functionality of six nonmeat proteins in meat emulsion systems. **Journal of Food Science**, 52 (2): 271-274, 278, 1987.

PEARSON, A. M. & GILLET, T. A. Curing. In: **Processed Meats**. Maryland: Aspen publishers, Inc. p 53-77, 1999^a.

PEARSON, A. M. & GILLET, T. A. Reduced and low fat meat products. In: **Processed Meats**. Maryland: Aspen publishers, Inc. p 355-371, 1999.

PERLO, F.; BONATO, G. T.; FABRE, R.; KUEIDER, S. Physicochemical and sensory properties of chicken nuggets with washed mechanically deboned chicken meat: Research note. **Meat Science**. Vol 72, p. 785-788. 2006.

PETTERSEN, M. K.; MIELNIK, M. B.; EIE, T.; SKRED, G.; NILSON, A. Lipid Oxidation in Frozen, Mechanically Deboned Turkey Meat as Affected by Packaging Parameters and Storage Conditions. **Poultry Science**. Vol 83, p.1240-1248. 2004.

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

PRICE, L. F.; SHWEIGERT, B. S. The science of meat and meat products. San Francisco: Food and Nutrition Press, 660p. 3ed. 1987.

PUOLANNE, E. & RUUSUNEN, M. Reducing sodium intake from meat products. Review. **Meat Science**. Helsinki, Finland. 70, 531 – 541, 2005.

PUOLLANE, E.; SAARELA, E. & RUUSUNEM, M. The effect of NaCl - KCl - $MgSO_4$ - mixture (Pan®) on quality of cooked sausage. In: **Proceedings of the 34th international congress of meat science and technology**. Part B, pp. 302-304. Brisbane, Australia. 1988.

ROBERFROID, M. B. Concepts and strategy. Functional food science. Understanding the physiological effects of food components and their health benefits is continuing. **The World of ingredients**. March/April, 1998.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. Editora Casa do Pão, Campinas. 1 ed., 2005.

RUST, R. E. Sausage products. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **The science of meat and meat products**. 3 ed. Chapter 13, p. 457-485. Food & Nutrition Press, Inc. USA, 1987.

RUUSUNEN, M.; VAINIONPÄÄ, J.; LYLY, M.; LÄHTEENMÄKI L.; NIEMISTÖ, M.; AHVENAINEN, R. & PUOLANNE, E. Effect of sodium citrate, carboxymethyl cellulose and carragenan levels on quality characteristics of low-salt and low-fat bologna type sausages. **Meat Science**. 64, 371 – 381, 2003^a.

RUUSUNEN, M.; VAINIONPÄÄ, J.; LYLY, M.; LÄHTEENMÄKI, L.; NIEMISTÖ, M.; AHVENAINEN, R. & PUOLANNE, E. Physical and sensory properties of low-salt phosphate-free frankfurters composed with various ingredients. **Meat Science**. 63, 9 -16, 2003.

SALLAM, K. *et al.*. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 37. p. 849–855, 2004

SANTANA, M. F. S. Fibra alimentar. In: **Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá**. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SANTOS, L. C. S.; BARRETTO, A. C. S; POLLONIO, M. A. R. Efeito da adição de fibra de aveia sobre as características de cor e textura de salsichas. In: **XX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Outubro, 2006.

SANTOS, L. C. S.; CORDEIRO, D.; POLLONIO, M. A. R. Efeito de diferentes extensores sobre as características de cor e textura em emulsões contendo Carne de Frango Mecanicamente Separada. *Anais de Congresso*. In: **III Congresso Latino Americano de Higienistas de Alimentos e IX Congresso Brasileiro de Higienistas de Alimentos**, 2007.

SAURA-CALIXTO, F. Evolución del concepto de fibra. In: LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Carbohidratos em alimentos regionales iberoamericanos**. São Paulo: Edusp, cap.10. p.235-253. 2006.

SEWALT, V. J. H.; KERBER, J. L.; ROBBINS, K. L. Relative freshness value of high-oil foods in response to increasing dosages of rosemary extract. **Proceedings of the American Oil Chemists' Society Annual Meeting**. P.85, 86. 2004.

SHAND, J. P.; SCHIMIDT, G. R.; MANDIGO, R. W.; CLAUS, J. R. New technology for low-fat meat products. **Reciprocal Meat Conference Proceedings**. Vol. 43, p.37-46, 1990.

SOUZA, E. A.; TEIXEIRA, L. C. V.; MELLO, M. R. P. A.; TORRES, E. A. F. S. Application of neural network for evaluation of the amount of mechanically deboned poultry meat in sausage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Vol 23, 3. Campinas,

SOUZA, V. *et al.*. Vitamina E no desempenho, características de carcaça e qualidade do presunto cozido de suínos. *Pesq. agropec. bras.* v.42 n.4, 2007.

STATSOFT, Inc. **Statistica for Windows** (Computer program manual). Tulsa, OK: Statsoft, Inc. 2000.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices. New York: Academic Press, 2ed, 338p. 1993.

SWIFT, C. E.; LOCKETT, C.; FYAR, A. J. Comminuted meat emulsions. The capacity of meats for emulsifying fat. **Food Technology**. 1961.

TARLADGIS, B. G. An hypothesis for the mechanism of the heme catalyzed lipid oxidation in animal tissues. **Journal of the American Chemists' Society**. Vol 38 (1), p. 479-483, 1960.

TORRES, E. PEARSON, A. M. GRAY, J. I. KU, P. K.; SHIMOKOMAKI, M. Lipid oxidation in charqui. **Food chemistry**. Vol. 32, p.257-268, 1989.

TORRES, E.; PEARSON, A. M.; GRAY, J. I.; KU, P. K.; SHIMOKOMAKI, M. Lipid oxidation in chaqui. **Food Chemistry**, Barking, v. 32, p. 257-268, 1989.

TRINDADE, M. A.; CASTILHO, C. J. C.; FELÍCIO, P. E. Mortadella sausage formulations with mechanically separated layer hen meat preblended with antioxidants. **Scientia Agricola**. Vol 63 (3). 2006.

TRINDADE, M. A.; FELÍCIO, P. E.; CASTILHO, C. J. C. Mechanically separated meat of broilers breeder and white layer spent hens. **Scientia Agricola**. Vol 61 (2). 2004.

ULLOA, D. F. M. Substituição de gordura em sistema modelo de emulsões de carne. Efeitos nos parâmetros físicos, químicos e sensoriais. **Tese: Doutorado (Tecnologia de Alimentos)**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo, 1999.

VERBEKEN, D.; NEIRINK, N.; MEEREN, P. V. D. & DEWETTINCK, K. Influence of κ -carrageenan on the thermal gelation of salt soluble meat proteins. **Meat Science**. 70, 161 – 166, 2005.

WHO – WORLD HEALTHY ORGANIZATION. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases** Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical. Report Series 916, Geneva, 2003.

WIERBICKI, E.; DEATHRAGE, F.E. Determination of water-holding capacity of fresh meats. **Agricultural and Food Chemistry**, v.6, n.5, 1958.

YOUNG, O. A.; ZHANG, S. X.; FAROUK, M. M. & PODMORE, C. Effects of pH adjustment with phosphates on attributes and functionalities of normal and high pH beef. **Meat Science**. 70, 133 – 139, 2005.

ZIPSER, M. W.; WATTS, B. M. A modified 2-thiobarbituric acid (TBA) method for the determination of malonaldehyde in cured meats. **Food Technology**. Vol. 16 (7), p. 102-104, 1962.

APÊNDICE A-MODELO DA FICHA SENSORIAL UTILIZADA NA ANÁLISE DO PÃO DE CARNE.

Sexo: ☐ Feminino
☐ Masculino

Idade: ____ anos

Você está recebendo uma amostra de **pão de carne**. Por favor, avalie-a e assinale na escala abaixo a sua opinião sobre a **COR** do produto.

- ☐ Gostei extremamente
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei regularmente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Nem gostei, nem desgostei
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei regularmente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei extremamente

Por favor, prove a amostra e assinale na escala abaixo a sua opinião sobre a **TEXTURA** do produto.

- ☐ Gostei extremamente
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei regularmente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Nem gostei, nem desgostei
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei regularmente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei extremamente

Por favor, prove a amostra e assinale na escala abaixo a sua opinião sobre o **SABOR** do produto.

- ☐ Gostei extremamente
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei regularmente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Nem gostei, nem desgostei
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei regularmente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei extremamente

Por favor, assinale na escala abaixo a sua opinião **GERAL** sobre do produto.

- ☐ Gostei extremamente
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei regularmente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Nem gostei, nem desgostei
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei regularmente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei extremamente

Comentários: _____

