



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**SUBSTITUIÇÃO DE GORDURA EM SISTEMA MODELO DE EMULSÕES DE
CARNE. EFEITOS NOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E SENSORIAIS**

PARECER

DORIS FLORIDALMA MORALES ULLOA

Nutricionista

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por Doris Floridalma Morales Ulloa aprovada pela Comissão Julgadora em 17 de março de 1999.

Campinas, 17 de março de 1999

PROF. DR. PEDRO EDUARDO DE FELÍCIO

Orientador

Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício
Presidente da Banca

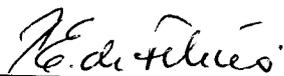
Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de
Campinas para obtenção do título de Doutor em Tecnologia de Alimentos

Campinas, 1999

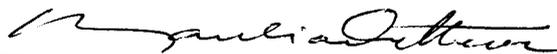
UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

0886066

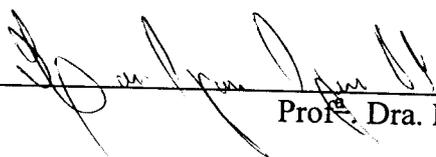
BANCA EXAMINADORA



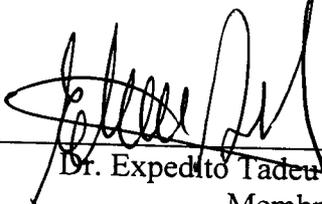
Prof. Dr. Pedro E. de Felício
Orientador



Prof^a. Dra. Marília Oetterer
Membro



Prof^a. Dra. Maria Aparecida A. P. da Silva
Membro



Dr. Expedito Tadeu Facco Silveira
Membro

Prof^a. Dra. Celina Raquel de Oliveira Camargo
Membro



Prof. Dr. Marcelo Cristianini
Membro

Dra. Vera Lucia Pupo Ferreira
Membro

Campinas de março de 1999.

“Creio em Deus Pai Todo Poderoso que me deu a saúde, a força e a coragem para enfrentar as dificuldades deste desafio”

Aos meus pais Ricardo e Elisa,

Aos meus irmãos Ricardo e Leticia,

Ao meu amado Julio,

À família.

DEDICO

À Direção, Biblioteca, Coordenadoria de Pós Graduação e Centro de Informática da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) pelas condições oferecidas para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao corpo docente do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) pela qualidade do ensino, e aos funcionários, Marlene, Marçal, Henrique e Cosme, pela cordialidade.

Aos amigos e técnicos de laboratório José Roberto dos Santos, Patrícia Mello Garrido, Judite Lapa Guimarães, Juliana Assunção dos Santos, Francisco Carraro e Kelly Regina de Azevedo pela valiosa colaboração e boa convivência.

Aos amigos Manoel, Ricardo, Nirlei, Cleide, Derlange, Lilian, Rosângela, Kátia, Ana Cláudia, Wagner, Cristian e Jorge Berhens, da mesma forma aos amigos das diversas nacionalidades pela força.

A todos os colegas de Pós Graduação pelas sugestões, bom relacionamento e trocas de conhecimentos mútuas.

A todos os que direta e indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

**“Bendiga Dios la pródiga tierra en que nací, fecunden el sol y las lluvias sus campos
labrantios.”**

(Froylán Turcios)

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	v
ÍNDICE DE TABELAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiii
SUMMARY	xv
INTRODUÇÃO GERAL	1
Capítulo 1	3
REVISÃO DE LITERATURA	3
1. Emulsões cárneas	3
1.1 Definição	3
1.2 Aspectos gerais	3
2. Proteínas em emulsões cárneas	4
2.1 Proteínas cárneas	4
2.2 Proteínas não-cárneas	5
2.3 Importância das proteínas em um sistema alimentar	6
3. Importância do teor de gordura na qualidade dos produtos cárneos	9
4. Substitutos de gordura em produtos cárneos	9
4.1 Definição	9
4.2 Classificação	10
4.2.1 Substitutos de gordura à base de carboidratos	10
4.2.2 Substitutos de gordura à base de derivados do soro de leite	13
4.3 Aplicações	15
5. Produtos cárneos com redução no teor de gordura	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
Capítulo 2	27

SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA GORDURA POR ÁGUA, AMIDO MODIFICADO E PROTEÍNAS DO SORO DE LEITE EM EMULSÕES DE CARNE BOVINA. EFEITO NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS.....	27
1 JUSTIFICATIVA	27
2 OBJETIVO	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Matéria-prima	28
3.2 Ingredientes	29
3.3 Planejamento experimental.....	29
3.4 Cálculo das formulações.....	30
3.5 Processamento	33
3.6 Análises físicas	33
3.6.1 Cálculo das perdas de peso durante o cozimento.....	33
3.6.2 Cálculo das perdas de peso durante o armazenamento.....	33
3.6.3 Determinação de cor.....	33
3.6.4 Calorimetria.....	33
3.6.5 Atividade de água.....	34
3.6.6 pH.....	34
3.7 Análises químicas.....	34
3.7.1 Umidade.....	34
3.7.2 Proteína.....	34
3.7.3 Lipídios totais.....	34
3.7.4 Cinza.....	35
3.8 Avaliação da textura.....	35
3.9 Análise estatística dos resultados.....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5. CONCLUSÕES	45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
Capítulo 3	49
AVALIAÇÃO SENSORIAL E PERFIL DE TEXTURA DE EMULSÕES DO TIPO “PÃO DE CARNE” BOVINA COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA GORDURA POR ÁGUA, AMIDO MODIFICADO E PROTEÍNAS DO SORO DE LEITE.	49
1 JUSTIFICATIVA	49

2	OBJETIVO	50
3	MATERIAL E MÉTODOS	50
3.1	Matéria-prima	50
3.2	Ingredientes	50
3.3	Planejamento experimental.....	51
3.4	Formulações.....	51
3.5	Processamento	51
3.6	Avaliação sensorial.....	51
3.7	Avaliação da textura	52
3.8	Análise estatística dos resultados.....	52
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
5	CONCLUSÕES	60
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
	Capítulo 4	64
	AMIDO MODIFICADO E PROTEÍNAS DO SORO DE LEITE EM EMULSÕES CÁRNEAS COM BAIXO TEOR DE GORDURA. EFEITOS NAS PROPRIEDADES FÍSICO- QUÍMICAS.....	64
	RESUMO	64
1.	INTRODUÇÃO	64
2.	MATERIAL E MÉTODOS	66
2.1	Matéria-prima	66
2.2	Ingredientes	66
2.3	Planejamento experimental.....	66
2.4	Cálculo das formulações.....	68
2.5	Processamento	69
2.6	Análises físicas	70
2.6.1	Cálculo das perdas de peso durante o cozimento.....	70
2.6.2	Cálculo das perdas de peso durante o armazenamento	70
2.6.3	Determinação de cor	70
2.6.4	Calorimetria	70
2.6.5	Atividade de água	71
2.6.6	pH	71
2.7	Análises químicas	71
2.7.1.	Umidade.....	71
2.7.2.	Proteína.....	71
2.7.3.	Lipídios totais	71

2.7.4. Cinza.....	72
2.8. Análise estatística	72
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
4. CONCLUSÕES	80
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
Capítulo 5	84
EFEITO DO AMIDO MODIFICADO E DAS PROTEÍNAS DE SORO DE LEITE NA ACEITAÇÃO SENSORIAL E NO PERFIL DE TEXTURA DE EMULSÕES CÁRNEAS COM BAIXO TEOR DE GORDURA.....	84
RESUMO	84
1 INTRODUÇÃO.....	85
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	86
2.1 Matéria-prima.....	86
2.2 Ingredientes	86
2.3 Planejamento experimental.....	86
2.4 Formulações.....	86
2.5 Processamento	86
2.6 Avaliação sensorial.....	86
2.7 Avaliação da textura	87
2.8 Análise estatística dos resultados.....	88
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	89
4. CONCLUSÕES	97
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	100

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1- Valor nutricional das proteínas do soro de leite comparadas com outras proteínas.	14
Tabela 2: Planejamento experimental de misturas.....	30
Tabela 3. Coeficientes de correlação (r) entre os ingredientes testados na mistura e as respostas obtidas para os parâmetros avaliados.	36
Tabela 4 - Coeficientes de regressão do modelo linear para as as variáveis perdas durante o cozimento, armazenamento e força de ruptura de emulsões cárneas bovinas.	37
Tabela 5- Resultados médios das perdas no cozimento e no armazenamento e composição centesimal de emulsões cárneas bovinas.....	39
Tabela 6. Médias e desvios dos parâmetros L*, a* e b* de emulsões cárneas bovinas.	43
Tabela 7. Médias e desvio padrão dos valores de pH, atividade de água e energia de carne bovina.....	44

CAPÍTULO 2

Tabela 1- Médias dos resultados da avaliação sensorial de oito formulações de emulsões cárneas.....	53
Tabela 2: Médias e desvios padrao das medidas de dureza, fraturabilidade, ruptura e cisalhamento de emulsões cárneas bovinas.....	55

CAPÍTULOS 3 E 4

Tabela . 1. Variáveis e níveis de variação utilizados nas formulações de emulsões cárneas bovinas.....	67
Tabela . 2. Planejamento experimental para 2 variáveis independentes.	68
Tabela . 3. Formulação com 3,5% de amido e 3,5% de Simplesse.....	69
Tabela . 4. Média resultados obtidos das perdas no cozimento, armazenamento e médias da composição centesimal de emulsões cárneas bovinas.	73
Tabela . 5. Médias e os desvios padrão dos parâmetros L*, a*e b* de emulsões cárneas bovinas.....	78
Tabela . 6 Médias e desvio padrão dos resultados de pH, energia e atividade de água de emulsões cárneas bovinas.	79

CAPÍTULO 5

Tabela . 1. Médias dos resultados da avaliação sensorial de emulsões cárneas.....	90
Tabela . 2. Médias dos resultados de dureza, fraturabilidade, força de ruptura e cisalhamento, coesividade, gomosidade, e mastigabilidade de emulsões cárneas.	92

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 1. Fluxograma de obtenção de emulsões bovinas processadas como “pão de carne”.....	32
Figura. 1a . Influência do teor de amido, Simplesse e gordura nas perdas de peso durante o cozimento quando 19% de água adicionada esteve presente na mistura.....	40
Figura. 1 b -Influência do teor de amido, Simplesse e gordura nas perdas de peso durante o armazenamento.....	40
Figura. 1c. - Influência do teor de Simplesse, gordura e água adicionada na força de ruptura quando 2,73% de amido esteve presente na mistura.....	41

CAPÍTULO 3

.Figura- 1 Análise de Componentes Principais do perfil de textura de emulsões cárneas. Componente 1 (28,2) versus Componente 2 (23,0).....	58
Figura- 2. Análise de Componentes Principais do perfil de textura de emulsões cárneas. Componente 1 (28,2) versus Componente 3 (20,0).....	59

CAPÍTULO 4

Figura . 1. Influência da porcentagem de Firm-Tex e Simplesse nas perdas de peso durante o cozimento	76
Figura . 2 :Influência do Firm-Tex e do Simplesse na variável perdas de peso durante o armazenamento.....	76

CAPÍTULO 5

Figura. - 1. Análise de Componentes Principais do perfil de textura de emulsões cárneas. Componente 1 (54%) versus Componente 2 (20%).....	94
--	----

RESUMO

Nos últimos anos, a demanda por produtos cárneos com redução no teor de gordura tem aumentado significativamente. Estes produtos são considerados saudáveis, entretanto o seu desenvolvimento apresenta dificuldades, dada a influência que a gordura exerce nas suas características sensoriais e de textura.

Os objetivos desta pesquisa foram: na primeira etapa, estudar os efeitos da substituição de gordura por Simplese® (proteínas micro-encapsuladas derivadas do soro de leite), Firm-Tex® (amido de milho ceroso quimicamente modificado) e água em emulsões de carne e gordura bovina; na segunda, avaliar a influência de dois níveis de utilização de proteínas do soro de leite e amido modificado no mesmo tipo de emulsão, porém formulada com baixo teor de gordura (10%) e alto teor de água adicionada (30%). Em ambas as etapas foram analisadas as propriedades físicas, químicas e sensoriais dos produtos processados em sistema modelo de pão de carne (“meat loaf”).

Na primeira etapa (capítulos 2 e 3), utilizou-se um planejamento experimental de misturas com quatro componentes/variáveis: As proporções dos componentes foram: gordura na faixa de 10,0 - 17,7%; Firm-Tex (amido de milho ceroso, quimicamente modificado) de 2,0 – 5,0%; Simplese (proteínas derivadas do soro micro-encapsuladas) de 0,0 – 5,0%, e água adicionada de 19,0 - 26,7%, totalizando 38,7%. Os restantes 61,3%, (carne magra, sal, aditivos e condimentos) foram mantidos fixos para todas as formulações.

As perdas no cozimento se situaram entre 1,81 a 4,45%, sendo que estas foram menores na medida que aumentou o teor de Firm-tex. Quantidades de Simplese de 2,5% ou acima resultaram no aumento das perdas no cozimento. As perdas de peso durante o armazenamento se situaram entre 0,30 e 1,83%, sendo diretamente proporcionais ao aumento de água adicionado e inversamente ao teor de Firm-Tex.

Os valores de umidade se situaram na faixa de 62,56 a 70,07%, os de proteína de 13,49 a 16,22%, os de gordura e cinza de 7,85 a 16,65 e 2,78 a 3,21% respectivamente. O pH variou entre 5,06 e 5,64. Observou-se uma correlação positiva do Simplese com os teores de proteína e com o pH dos produtos.

Na avaliação sensorial não foram detectadas diferenças ($p > 0,05$) entre as formulações para os atributos aroma, sabor, textura e aceitação global. As diferenças encontradas ($p < 0,05$) referem-se apenas à aparência dos produtos. A formulação com 10,0% de gordura, 2,0% de amido e 26,7% de água adicionada foi a mais apreciada, sendo descrita pelos provadores como um produto de aspecto úmido e homogêneo, com uma cor mais rosada e de textura macia.

Na segunda etapa (capítulos 4 e 5), utilizou-se um planejamento fatorial completo 2^2 , sendo 4 fatoriais, 4 axiais e 4 repetições do ponto central, totalizando 12 ensaios, tendo como variáveis independentes a porcentagem de Firm-Tex (1,39 a 5,62%) e Simplese (1,39 a 5,62%).

As perdas no cozimento (10,54 e 12,76 %) foram maiores nas formulações elaboradas com apenas Simplese. A mesma tendência foi observada para as perdas de peso durante o armazenamento. O Simplese, atuou melhor em combinação com o Firm-Tex, sendo que 3,5% de cada um deles constitui-se uma importante alternativa na elaboração de emulsões cárneas com 10% de gordura com qualidade aceitáveis.

A textura foi influenciada pelo Firm-Tex e em menor grau pelo Simplese; produtos com maior teor de amido modificado mostraram-se mais firmes, com menores perdas no cozimento e durante o armazenamento.

Na avaliação sensorial não foram detectadas diferenças entre as formulações ($p > 0,05$) para os atributos aroma, sabor e aceitação global. As diferenças ($p < 0,05$), referem-se à aparência e à textura, sendo que nesses dois atributos a formulação elaborada com 5,62% de Simplese diferiu das restantes sendo descrita como de textura “borrachenta”.

Palavras chave: carne bovina – emulsão, amido modificado, proteínas do soro de leite, textura, avaliação sensorial

SUMMARY

FAT REPLACEMENT IN MODEL SYSTEM OF BEEF EMULSION. EFFECTS ON PHYSICAL, CHEMICAL AND SENSORY ATTRIBUTES

The objectives of this research were: in the first part, to study the effects of fat replacement by whey protein, modified corn starch and added water in meat emulsions of beef meat and fat; in the second part, to evaluate the influence of two levels of whey protein and modified corn starch in the same type of emulsion, but with low-fat (10%) and high added water (30%) contents. In both parts, physical, chemical and sensory properties of the processed products in meat loaf model system were analysed.

In the first part of the study (chapters 2 and 3), a mixture experiment design with four components/variables was adopted. The proportions of the components were set as follows: fat, 10.0 – 17.7%; Firm-Tex[®], a waxy corn starch, chemically modified, 2.0 – 5.0%; Simplese[®], whey proteins micro-encapsulated, 0.0 – 5.0%, and added water, 19.0 – 26.7%, which gives a total of 38.7%. The 61.3% left (beef, salt, additives and seasonings) were kept fixed in all formulations.

Product cooking losses were between 1.81 and 4.45%; which were smaller as the level of Firm-Tex. Cooking losses were greater when the Simplese level increased 2.5% or was higher. Storage losses were 0.30 – 1.83%, being higher for higher added water and lower for higher Firm-Tex percentages.

Moisture values in the products were in the range of 62.56 – 70.07%; protein, 13.49 – 16.22%; fat, 7.85 – 16.65%, and ash, 2.78 – 3.21%. The pH values were between 5.06 and 5.64. There was a positive correlation of Simplese with protein percentages and product pH values.

No significant differences among formulations were found in the sensory evaluation for flavor (odour and taste), texture and general acceptability. However, differences ($p < 0.05$) were observed in appearance; the product with 10.0% fat, 2.0% starch and 26.7% added water was the most appreciated, being described as more “pink”, “moist” “uniform” and “tender”.

In the second part (chapters 4 and 5), the various formulations were obtained using a complete 2^2 factorial design, of which 4 were factorial, 4 axial and 4 replicates of the central point, a total of 12 experiments in which the independent variables were the percentages of Firm-Tex (1.39 – 5.62 %) and Simplese (1.39 – 5.62 %).

Higher cooking losses (12.76 and 10.54%) were found in the formulations made with alone Simplese. Storage losses were also higher for those formulations. The use of Simplese gives better results in combination with starch modified, 3.5% of each being an alternative to make emulsion type product with 10% fat and to obtain acceptable sensory quality.

Texture was affected by Firm-Tex and in a smaller degree by Simplese level; those with higher level of starch modified had lower cooking and storage losses and were firmer.

No differences ($p < 0.05$) were detected between formulations in flavor (odour and taste) and general acceptance. Differences were found in appearance and texture. In these two attributes the formulations with 5.62% of Simplese was different ($p < 0.05$) than the others, being described as “rubbery” texture.

Key words: beef- batter, modified starch, whey protein concentrate, texture, sensory attributes

INTRODUÇÃO GERAL

O panorama mundial na área de alimentos industrializados está em ascensão, o que requer novos produtos e processos que venham a ser desenvolvidos, com custos cada vez mais competitivos, e que atendam às expectativas do consumidor moderno, oferecendo alternativas na escolha de um regime alimentício com restrição calórica. É nesse contexto que se enquadram os embutidos cárneos com baixos teores de gordura.

Nos Estados Unidos da América, o mercado dos produtos com baixo teor de gordura (“low-fat”) aumentou de US\$ 29 bilhões em 1990, para US\$ 32 bilhões em 1991 e, em 1996, esta cifra pode ter alcançado US\$ 55 bilhões. Estima-se que o mercado dos substitutos de gordura em 1992, naquele país, foi em torno de US\$ 100 milhões, o que corresponde a aproximadamente 50% do mercado mundial; espera-se que para o ano 2000 esta cifra alcance US\$ 400 milhões (JONES, 1995).

O mercado dos produtos hipocalóricos tem-se modificado bastante; no passado tais produtos eram considerados auxiliares na perda de peso; na atualidade, estes produtos encontram um grande mercado composto principalmente de consumidores que os adotaram como parte de uma dieta saudável (CINDIO & CACACE, 1995).

Nos últimos anos o mercado de produtos “low-fat”, “light” ou “naturais”, considerados “saudáveis”, têm apresentado um crescimento significativo nos países mais desenvolvidos. As propriedades nutricionais e, em particular, o conteúdo calórico dos alimentos, passaram a merecer uma maior consideração no desenvolvimento de produtos e processos. Particular atenção tem sido dada ao desenvolvimento de alimentos hipocalóricos, nos quais as fontes naturais de energia são reduzidas ou substituídas por outros ingredientes menos calóricos (CINDIO & CACACE, 1995).

De acordo com a Associação Americana de Dietética (ADA REPORTS, 1991), o consumo de gorduras é essencial para a saúde, porém, dietas ricas em gorduras, principalmente saturadas, são associadas ao aumento do risco de doenças coronarianas, obesidade, vários tipos de câncer, e outras doenças. Nas tentativas para diminuir esse risco, as associações de saúde de vários países recomendam diminuir o consumo diário de gordura, para 30% do total das calorias e diminuir o consumo de colesterol para 300 mg/dia, limitando

o consumo de gordura saturada para menos de 10% do total das calorias (EGBERT et. al. 1991; STERN & HERMANN-ZAIDINS 1992; KEETON, 1994 JIMENEZ-COLMENERO 1996).

Em estudos citados por YOUNG (1996), 76% dos americanos, 74% dos ingleses, 69% dos alemães, 48% dos franceses, e dois em cada três australianos adultos consomem produtos com redução no teor de gordura ou nas calorias.

Segundo GIESE (1992), a redução no consumo de gordura reduz em 10% o risco de doenças cardíacas, e em pessoas obesas, além de auxiliar na perda de peso, o risco diminui para 20%.

No Brasil, uma pesquisa recente divulgou que 30% da população tem excesso de peso, particularmente as mulheres de classe média entre 40 e 60 anos de idade. Sabe-se também que a população brasileira está envelhecendo e precisa de um cuidado maior com a sua alimentação. O mercado dos produtos “light”, é um mercado em potencial e que merece a atenção da indústria e da pesquisa, entre outros segmentos (SCHMELZER-NAGEL, 1996).

Contudo, devem ser consideradas as propriedades físicas e organolépticas que a gordura confere ao alimento, tais como textura, sabor, aceitabilidade e corpo, e em certos casos a aparência dos produtos depende do teor de gordura. Assim sendo, a escolha de um substituto de gordura deverá sempre recair naquele que permita a elaboração de um produto que guarde a qualidade sensorial dos produtos comercializados.

Os objetivos desta pesquisa foram: na primeira etapa, estudar os efeitos da substituição de gordura por proteína do soro de leite, amido modificado e água em emulsões de carne e gordura bovina; na Segunda, avaliar a influência de dois níveis de utilização de proteínas do soro de leite e amido modificado no mesmo tipo de emulsão, porém formulada com baixo teor de gordura (10%) e alto teor de água adicionada (30%). Em ambas as etapas foram analisadas as propriedades físicas, químicas e sensoriais dos produtos processados em sistema modelo de pão de carne (“meat loaf”).

Capítulo 1

REVISÃO DE LITERATURA

1. Emulsões cárneas

1.1 Definição

Emulsões cárneas (“batters”) são formadas pela moagem da carne com o sal e outros ingredientes para formar uma dispersão, tendo a água como o componente principal juntamente com a gordura e a proteína. O processamento térmico faz a conversão do sol altamente viscoso em um sólido visco-elástico que pode ser visto como um gel protéico com partículas de gordura dispersas no meio.

Tecnicamente, as emulsões cárneas podem ser conceituadas como alimentos obtidos da mistura homogênea, finamente triturada de tecido muscular, sangue, vísceras, e outros subprodutos animais autorizados para consumo humano, gordura e água à qual são adicionados sais, condimentos e outros constituintes não cárneos (MUCCILO & GOMES, 1981).

1.2 Aspectos gerais

Uma boa seleção dos ingredientes cárneos é fundamental para a elaboração de produtos cárneos uniformes, uma vez que os tecidos animais variam quanto aos seus teores de umidade, proteína, gordura e quanto à pigmentação e a capacidade ligante (habilidade de ligar água e gordura), o que torna necessário o conhecimento das propriedades e composição dos vários tecidos cárneos disponíveis (GOMIDE & PEREIRA, 1989).

Produtos cárneos cominuídos são sistemas complexos nos quais a absorção de água, as propriedades de geleificação e emulsificação influenciam a estabilidade e textura dos produtos cozidos. Há um incentivo econômico para a utilização de ingredientes não-cárneos em salsichas, incluindo proteínas do leite, que melhoram a estabilidade, reduzem o encolhimento e as perdas durante o cozimento e no armazenamento, e modificam as propriedades de textura dos produtos (GIRARD et al., 1990).

Os embutidos cárneos cozidos usualmente comercializados contém entre 25-35% de gordura, 10-15% de proteína e 50-80% de água. A redução no teor de gordura aporta

benefícios tais como a redução de calorias e o conseqüentemente auxilia no controle do peso e dos níveis de colesterol sanguíneo (PRODUCTOS...s.d.).

2. Proteínas em emulsões cárneas

2.1. Proteínas cárneas

Em produtos cárneos cominuídos, a extração das proteínas miofibrilares é crítica; os sais induzem à extração alterando a sua capacidade de ligação com a água, e a medida que aumentam seu nível no sistema, aumenta-se a capacidade de retenção de água e também os rendimentos (SYLVIA et al. 1994). A utilização de sais, principalmente cloreto de sódio e fosfatos, auxiliam a captação da água adicionada e garantem sua retenção durante o cozimento (LAWRIE, 1981).

O aumento no teor de proteína bem como sua extratibilidade, geralmente conduz ao aumento do número de locais na cadeia polipeptídica capazes de interagir durante o aquecimento, possibilitando a formação de uma matriz protéica mais estável que permita uma maior retenção de água e gordura (CARBALLO et. al., 1995). JONES & MANDIGO (1982), reportam que temperaturas entre 10 a 16°C aumentam a extração protéica.

As proteínas cárneas absorvem maior quantidade de água, melhorando desta forma a textura dos produtos; ingredientes não cárneos podem absorver certa quantidade de água disponível como o fazem as proteínas cárneas auxiliando no processamento de um produto mais firme. Os amidos e os hidrocolóides são conhecidos como capazes de aumentar a capacidade de ligação de água em produtos cárneos com redução no teor de gordura (CLAUS & HUNT, 1991).

A capacidade das proteínas musculares de formar géis, é uma das suas propriedades funcionais mais importantes por contribuírem com a textura dos produtos cárneos processados. Esta geleificação é induzida pelo calor e pelas interações proteína-proteína formando uma estrutura tridimensional. Vários fatores podem influenciar o processo de geleificação, entre eles o tipo de músculo, estado de rigor, força iônica, pH, a quantidade de tecido conectivo, tipo de corte, concentração de proteína e condições de aquecimento (DAUM-THUNBERG et. al. 1992; BARBUT & MITTAL, 1993).

O efeito das diferentes proteínas na qualidade dos produtos cárneos cominuídos e a adição de diferentes ingredientes não-cárneos têm sido investigados por MITTAL & USBORNE (1985), ENSOR et al.,(1987) e BAARDSETH et al., (1992).

2.2. Proteínas não-cárneas

O valor econômico de muitas proteínas utilizadas como ingredientes alimentícios se baseia nas suas propriedades funcionais tais como a formação de espuma, capacidade de formar emulsões e a de retenção de água. Estas propriedades se encontram algumas vezes em produtos desidratados como a clara do ovo (albumina) e as proteínas derivadas do soro de leite (ANON, 1992; HALL & IGLESIAS, 1997).

Os extensores protéicos são resistentes à desnaturação térmica e protegem as proteínas cárneas da mesma. A capacidade de ligar água e a propriedade de formar géis são melhores indicativos da qualidade protéica do que a capacidade emulsificante. A lactoalbumina do soro de leite melhora a aparência, o sabor, a textura e a aceitabilidade dos produtos. Tem a capacidade de ligar 2,5 vezes mais água que as proteínas cárneas, sendo melhor emulsificante a qualquer pH, proporcionando um bom sabor aos produtos (MITTAL & USBORNE,1985).

De acordo com FOEGEDING & LANIER (1987), as proteínas não cárneas talvez possam dispersar-se junto com as proteínas cárneas solúveis em sal, formando durante o processamento uma matriz que ligue água ou ainda forme um gel que interaja com as proteínas musculares, proporcionando uma maior estabilidade ao sistema.

Os estabilizadores e os emulsificantes podem auxiliar o processamento dos produtos nos quais é substituída a gordura, porque estes conferem textura apetitosa e previnem a separação dos constituintes; uma mistura de substitutos pode ainda ser utilizada a fim de se obter melhores resultados (BYRNE, 1992).

As proteínas do soro de leite possuem baixas concentrações de prolina e muitas pontes S-S, sua principal estrutura é globular fortemente dobrada e sua estrutura organizada. São sensíveis ao calor, desdobrando-se durante o aquecimento, e dependendo do pH e de sua concentração elas podem formar pontes de dissulfito intermoleculares, o que resulta na formação de um gel. Sua estrutura globular é também a razão de sua baixa viscosidade em solução.

Segundo estudos citados por KER & TOLEDO (1992), as proteínas do soro com excelentes características geleificantes têm sido estudadas e podem ser utilizadas para realçar a textura dos alimentos que utilizam géis sob aquecimento. A transição molecular das proteínas do estado nativo ao desnaturado, envolvem modificações conformacionais na estrutura secundária, terciária e quaternária que ocasionam alterações nas ligações hidrogeniônicas, eletrostáticas e nas pontes de dissulfeto. Estas modificações determinam a estrutura final e as propriedades de textura dos produtos. Estas transições moleculares são tradicionalmente utilizadas na elaboração de vários produtos cárneos.

As proteínas do leite podem atuar como emulsificantes e ligantes de água e gordura, e podem ser utilizadas como proteínas não cárneas em produtos cominuídos como salsichas (BAARDSETH et al. 1992). Produtos derivados do soro do leite também podem ser utilizados como ligantes e extensores, e o pó concentrado do soro de leite é altamente solúvel e quando aquecido forma géis, estes, porém, apresentam sinérese (MITTAL & USBORNE, 1985). As emulsões formadas pelas proteínas do soro são mais estáveis do que as de caseinato (VAN DEN HOVEN, 1987).

2.3. Importância das proteínas em um sistema alimentar

Uma das propriedades mais importantes das proteínas em um sistema alimentar é a sua habilidade para formar géis durante aquecimento. O fenômeno de geleificação ou coagulação é importante porque contribui com as propriedades físicas de textura, assim como também contribui dando forma ao produto e retêm em sua matriz outros componentes além de água (Goldsmith & Toledo¹, citados por KER & TOLEDO, 1992).

JIMENEZ-COLMENERO et al., (1995) sugerem que o teor de proteína é mais importante que o teor de gordura na textura dos produtos, indicando que vários problemas associados com a redução no teor de gordura (substituída por vários níveis de água) podem ser controlados através do controle da fração protéica do produto. Porém para MARTIN & ROGERS (1993), um alto teor de proteínas pode resultar num produto muito firme.

¹ GOLDSMITH, S.M.; TOLEDO, R.T. Kinetics of heat gelation of egg albumin determined by water binding and rheological measurements. *Journal Food Proceeding*, Press, v.9, p.241, 1985.

A adsorção da gordura superficial pela proteína é provavelmente induzida pela emulsificação dos lipídios ou pela melhor distribuição da gordura dispersa; este parece ser o mecanismo mais importante de estabilização de emulsão de um sistema coloidal. Pela sua rápida difusão na superfície, a cobertura de proteínas previne a coalescência da gordura por meio de repulsão eletrostática e “steric hindrance”. A importância de cada um destes mecanismos para contrabalançar a tendência da gordura para coalescer depende da extensão da cobertura protéica e de fatores como o pH ou a força iônica; uma força iônica baixa e pH alto, aumentam relativamente a importância dos efeitos da repulsão eletrostática entre a cobertura protéica e a gordura (JOST, 1993).

Uma das principais aplicações funcionais das proteínas do soro de leite é a de agente geleificante. O mecanismo de geleificação das proteínas do soro de leite é similar à de outras proteínas globulares, com um estágio inicial de desnaturação seguido pela interação para formar a matriz do gel. Entre os critérios utilizados para descrever as propriedades geleificantes estão o tempo e temperatura requeridos para a formação de um gel. A habilidade dos géis de proteínas do soro para reter e segurar água são muito importantes, porém, a informação disponível ao respeito de solvatação e/ou sinérese dos géis formados é escassa (MULVIHILL & KINSELLA, 1987).

As propriedades funcionais das proteínas do leite são importantes na formação de produtos cárneos, estando relacionadas com a imobilização de água, textura, controle da consistência, melhoria da cor e ressaltando as propriedades sensoriais pela presença de lactose (VAN DEN HOVEN, 1987). Aparentemente, a lactose do soro atua mascarando os sabores amargos produzidos pelos sais utilizados no processamento e, agindo como um agente redutor e estabilizante (EL-MAGOLI et al., 1996).

A geleificação das proteínas globulares, como as da albumina ou as das proteínas do soro, envolve o desdobramento inicial da molécula de proteína seguida pela formação de um agregado tridimensional mais ou menos ordenado, no qual os poros são capazes de reter grandes quantidades de água. As proteínas do leite formam géis sob influência do pH (géis de caseinato) e também sob influência do calor (géis de proteínas do soro). O caso do iogurte é uma combinação desses dois processos (JOST, 1993).

A formação de géis a partir de proteínas do soro de leite ocorre numa faixa de pH entre 2,5 a 9,5, fora desta região a repulsão eletrostática torna-se excessivamente forte e não

ocorre a formação de gel. Géis macios com boas propriedades de ligação de água são obtidos com pH próximo ao ponto isoelétrico (pH~5,0) (JOST, 1993).

As proteínas do soro do leite podem ser aplicadas de três formas: como pó no início do processamento, como um gel dissolvido em água e como uma pré emulsão preparada com proteínas do leite, gordura e água (VAN DEN HOVEN, 1987).

Sob aquecimento as proteínas do soro aumentam a viscosidade e formam géis capazes de reter grandes quantidades de água. Durante o processo de geleificação as proteínas não se desdobram, porém interagem com outras moléculas protéicas do soro, criando uma matriz que retém a água em células microscópicas. A parte não desdobrada da proteína expõe sítios adicionais para ligar água. Estes sítios normalmente não estariam disponíveis na proteína nativa, isto aumenta o volume ocupado pela proteína; existem também os agregados protéicos que aumentam ainda mais o volume ocupado pela proteína, o que, conseqüentemente, aumenta a viscosidade (HUFFMAN, 1996; LAGRANGE, 1997).

As propriedades dos géis estão relacionadas com a composição e concentração em proteínas, lipídios e minerais, outros fatores como o pH desempenham também um importante papel na formação de géis (LAGRANGE, 1997).

As proteínas do soro formam géis quando aquecidas a temperaturas acima de 65°C; entretanto as condições ótimas para a geleificação incluem outros parâmetros tais como a concentração protéica que deve ser na faixa de 10 a 12%, a temperatura entre 70-90°C e em condições de pH de 4,6 a 6,0 (LAGRANGE, 1997).

As propriedades de geleificação das proteínas do soro dependem de alguns fatores como a concentração protéica; um mínimo de proteína é necessária para a formação de um gel, se sua concentração aumenta acima do mínimo se reduz o tempo de formação do gel (MULVIHILL & KINSELLA, 1987). Estas propriedades podem ser utilizadas para modificar as características de textura dos alimentos tais como a dureza, coesividade e elasticidade, por esta razão são importantes em produtos cárneos, produtos marinhos e em produtos de panificação. Vários pesquisadores estão estudando em produtos “low-fat” a habilidade destas proteínas para atuar como transportadores de moléculas solúveis em gordura (LAGRANGE, 1997).

3. Importância do teor de gordura na qualidade dos produtos cárneos

A influência do teor de gordura nas propriedades ligantes pode ser baseada em dois fatores; o primeiro é devido à alta porcentagem de gordura, a fase contínua da emulsão pode ser mais concentrada e densa, este fenômeno é mais marcante quando o produto tem baixo teor de água adicionada, isto conduz à formação de uma estrutura (matriz) com maior capacidade de retenção de água (CAVESTANY et al., 1994); o segundo fator parece estar relacionado com o baixo teor de umidade do produto, o que causa o aumento da força iônica do gel de média para alta (CLAUS et al., 1990), favorecendo a extração das proteínas miofibrilares, aumentando a capacidade de ligação (CARBALLO et. al., 1995).

Em condições conhecidas, a redução no teor de gordura ocasiona um aumento da relação umidade/proteína, esta relação por sua vez está correlacionada positivamente com a maciez e a suculência dos produtos (COFRADES et al. 1997).

Em muitos alimentos a redução no teor de gordura está relacionada com o aumento no teor de água, a fração aquosa torna-se a principal prioridade na elaboração desses produtos; a utilização de ingredientes funcionais como proteínas, amidos, gomas, estabilizantes, geleificantes, emulsificantes e fibras, podem ser feita para obter-se produtos com qualidade próxima daqueles com altos teores de gordura (JONES, 1996).

Em vários segmentos da indústria de alimentos, existem a tecnologia e os ingredientes suficientes para a elaboração de produtos com redução no teor de gordura ("low-fat) com qualidade; a chave para se obter sucesso fundamenta-se no princípio de considerar cada alimento individualmente, e estar atento aos tipos de ingredientes com propriedades de substituir a gordura, disponíveis no mercado, assim como de suas técnicas de aplicação (GLICKSMAN, 1991).

4. Substitutos de gordura em produtos cárneos

4.1. Definição

Os substitutos de gordura são ingredientes que contribuem para reduzir as calorias nos produtos formulados sem alterar drasticamente o sabor, a suculência, a viscosidade e outras propriedades organolépticas e de processamento (KEETON, 1994). Vários deles são utilizados para substituir parcialmente a gordura e podem ser catalogados como: 1) carnes

magras; 2) os que possibilitam maior adição de água; 3) proteínas (plasma, proteínas derivadas do ovo, isolados, concentrados e farinha de soja); 4) carboidratos (fibras, celulose, amidos, maltodextrinas, gomas e hidrocolóides), e 5) compostos sintéticos (polidextrose, olestra). De acordo com BATH et al.(1992), dos substitutos de gordura disponíveis no mercado, 50% são à base de carboidratos.

4.2. Classificação

SUMMERKAMP & HESSER (1990); BYRNE (1992); LUCCA & TEPPER (1994), dividem os substitutos da gordura em três grandes categorias: 1) os substitutos à base de carboidratos, nos quais se incluem as fibras; 2) os substitutos à base de proteínas, e 3) os substitutos de gordura sintéticos, além de certos aditivos alimentares que podem ser utilizados para aumentar a viscosidade ou dar corpo aos produtos e que, ao mesmo tempo reduzem o teor de gordura. Cada um possui diferentes propriedades funcionais que oferecem vantagens e limitações em aplicações específicas.

4.2.1. Substitutos de gordura à base de carboidratos

Entre os substitutos de gordura à base de carboidratos, os hidrocolóides se apresentam em maior número, possuem ação espessante e geleificante, atuam na estabilização de suspensões e emulsões, na formação de complexos com proteínas e auxiliam na retenção de água. Em concentrações pré-estabelecidas pode conseguir-se uma textura e características semelhantes às da gordura, podendo ser utilizados em alimentos que requerem tratamento térmico. A obtenção de sistemas capazes de reproduzir a textura e a sensação da gordura podem ser conseguidos mediante a combinação de hidrocolóides, agentes solúveis e micro-particulados (GLICKSMAN, 1991).

Os carboidratos utilizados na formulação de produtos “low-fat” têm sido basicamente as gomas e os hidrocolóides de diversas origens; são normalmente utilizados para aumentar os rendimentos, reduzir os custos, modificar a textura e melhorar a estabilidade durante o resfriamento (ANON, 1991b).

Os amido, as maltodextrinas e os polímeros de glicose são encontrados no milho, aveia, mandioca, batata, entre outros. Muitos deles são utilizados só ou em combinação para reduzir o teor de gordura em vários produtos. Seus efeitos estão relacionados com a origem do amido e com as modificações induzidas e das condições de uso e da natureza do produto no

qual está sendo adicionado. Os amidos são interessantes em sistemas alimentícios emulsificados, pois podem absorver ou ligar água (JIMENEZ-COLMENERO, 1996).

Diversos tipos de amido têm sido utilizados em proporções de 2% a 5% na formulação de emulsões com redução do teor de gordura (CLAUS & HUNT, 1991; DEXTER et al. 1993; KEETON 1994).

O amido é provavelmente o carboidrato mais utilizado na indústria cárnea pela sua disponibilidade e benefícios econômicos. O amido é extraído principalmente de cereais e tubérculos entre outros, em suas formas amilose e amilopectina, cada uma possuindo características independentes que limitam sua aplicação e condicionam as propriedades reológicas e sensoriais dos produtos; são hidratáveis e apresentam gelatinização a certas temperaturas. Amidos como o de milho ceroso produzem géis claros de textura contínua e coesa. Uma maneira de utilizar amidos é a versão modificada; esta forma oferece uma melhor estabilidade a pH ácido e menor retrogradação, resistência ao congelamento/descongelamento, além de prolongar a vida de prateleira dos produtos (VILLASEÑOR, 1997).

A quantidade de amido utilizado pela indústria de produtos cárneos varia de acordo com o tipo de produto e a sua regulamentação governamental (normatização para alimentos). A classe de amido utilizado está sujeita à variedade dos produtos cárneos e ao procedimento de fabricação em questão (HAKERMA, 1997).

O objetivo da utilização do amido como agente ligante é praticamente o mesmo em todos os casos. Isto é, manter unida a massa, a umidade e a gordura da carne durante as diferentes etapas do processo (cozimento e armazenamento) do produto cárneo, assim como conferir firmeza e modificar as características de textura (HAKERMA, 1997)

Salsichas contendo amidos pré-gelatinizados mostraram altos rendimentos e textura suave. Amidos com ligações cruzadas e amidos modificados por substituição e oxidação são mais eficazes na manutenção dos rendimentos e melhoria da textura dos produtos do que as maltodextrinas e os amidos pré-gelatinizados; os amidos fosforilados reduzem as perdas durante cozimento, porém não melhoram a textura, resultando em produtos mais suaves do que aqueles elaborados com amido in-natura. Salsichas elaboradas com amido de milho e

amido de milho ceroso, foram mais adversamente afetadas pelas temperaturas de cozimento do que as salsichas contendo amido de trigo ou de batata (PAYNE, 1994²).

As propriedades estruturais dos substitutos de gordura à base de carboidratos, resultam de uma associação da água com as partículas de carboidratos; estes são comumente incluídos nas formulações dos produtos cárneos cominuídos porque aumentam a capacidade de retenção de água reduzindo a sinérese, diminuem os custos da formulação, modificam a textura dos produtos e melhoram a estabilidade durante o congelamento/descongelamento, apresentando alta resistência ao corte (YACKEL & COX, 1992; KEETON, 1994).

Várias são as razões para a utilização de amido: absorvem água; são agentes ligantes; reduzem os custos; diminuem as perdas durante o cozimento e no armazenamento; reduzem o encolhimento; retêm umidade e reduzem o teor de gordura dos produtos. São utilizados principalmente como agentes ligantes, texturizantes, em aspectos de melhoria da qualidade sensorial, sabor, textura, suculência, cor, além de melhorar os rendimentos; no caso de produtos cárneos, o amido age na ligação e dispersão da gordura (VILLASEÑOR, 1997). A substituição do amido pela gordura está de acordo com as diretrizes das autoridades sanitárias (HAKERMA, 1997)

Os amidos modificados podem ser utilizados como ligantes, para dar forma e manter a suculência e a maciez dos produtos cárneos com redução no teor de gordura. As vantagens dos amidos são seu baixo custo, tecnologia familiar e aceitação pelos consumidores. Os amidos modificados podem ser usados na formulação de hambúrgueres e na manufatura de lingüiças suínas com baixo teor de gordura, diminuindo as perdas no cozimento (GIESE, 1992).

O amido de milho ceroso possui excelente capacidade para reter água, pode substituir parcialmente as proteínas cárneas e reduz as perdas de umidade em carnes processadas e embaladas a vácuo. Adicionando-os de 2-4% na formulação, os amidos de milho ceroso melhoram significativamente a consistência e a vida de prateleira dos produtos. O amido é adicionado na etapa de emulsificação e, na etapa do cozimento quando a temperatura oscila entre 68-72°C os grânulos de amido começam a absorver a umidade do sistema cárneo

² PAYNE, CA. *The Use of Starch in Meat Products*. Manhattan, 1994, 154p. Dissertation - Abstracts International, Kansas State University.

conferindo firmeza ao produto (VILLASEÑOR, 1997) .As propriedades do Firm-Tex, segundo o fabricante são as seguintes; cor branca, na forma de pó, umidade aproximada de 11% e pH próximo a 6.

4.2.2. Substitutos de gordura à base de derivados do soro de leite

Proteínas micro-encapsuladas como o Simplesse[®] são obtidas por cocção do soro de leite ou da clara de ovo; imita as características da gordura, e por reterem água no seu interior as micro-partículas são percebidas na boca como um líquido cremoso, em vez de partículas separadas. As proteínas micro-encapsuladas são absorvidas como as demais proteínas, mas como elas retêm água seu valor energético é reduzido de 4 calorias para 1 ou 2 kcal/g (STERN & HERMANN-ZAIDINS, 1992).

Para a obtenção do Simplesse, uma fonte protéica é misturada com pequenas quantidades de água, pectina e ácido cítrico. O processo de obtenção do Simplesse, inibe a tendência natural de coagulação das proteínas, quando aquecidas, neste processo, os ingredientes são homogeneizados e aquecidos simultaneamente a temperaturas de pasteurização, a seguir a mistura é desaerada e micro-particulada (a micro-particulação mantém as moléculas de proteína dentro das partículas esféricas), na seqüência a mistura é rapidamente resfriada. O produto final resultante é uma proteína micro-particulada redonda, uniforme e hidratada de 0,1 a 3,0 microns (GAULL, 1991; ANON ,1992 PAOLETTI et al., 1995).

As micro-partículas desenvolvidas a partir do soro podem ser utilizadas em produtos que requerem aquecimento, mas não podem ser utilizadas em produtos que necessitam ser submetidos a processamento térmico severo (fritura) (GAULL, 1991). A morfologia das micro-partículas é o fator que contribue com a habilidade das proteínas na função de simular a gordura (MILLER, 1994).

A qualidade sensorial do Simplesse se baseia no simples princípio fisiológico, no qual as partículas de certa forma e tamanho não são percebidas individualmente pela língua, e sim como um fluido cremoso similar à gordura. Deve ser enfatizado o fato que o Simplesse não é uma panacea para a redução da gordura e sim uma alternativa para uma alimentação mais saudável (GAULL, 1991; ANON. 1992)

O Simplesse é um substituto de gordura hipocalórico, foi introduzido em janeiro de 1988 pela Nutra-Sweet Company (ANON, 1991b).

O Simplesse-100 é o primeiro substituto natural da gordura a base de proteína. É obtido a partir da clara do ovo (albumina) e/ou das proteínas do soro do leite, (ultimamente outras fontes protéicas também vêm sendo utilizadas), que são cozidas e transformadas em minúsculas partículas similares a glóbulos de gordura; este fluido viscoso provê a sensação de cremosidade e a textura da gordura, porém sem as calorias e os riscos da gordura (ANON, 1992; GAULL, 1991).

O Simplesse permite substituir uma maior proporção de gordura nos alimentos pela utilização de proteína e água, 3g de Simplesse contêm aproximadamente 1g de proteína consequentemente tem-se 4 kcal/3g do produto, quando comparada com 3g de gordura, as quais fornecem aproximadamente 27 kcal (GAULL, 1991).

Os escores sensoriais de produtos com redução no teor de gordura que contêm Simplesse são significativamente melhores que seus similares convencionais e melhores que aqueles sem gordura e oferecem uma paridade com aqueles com alto teor de gordura. O Simplesse possui um sabor que complementa várias aplicações em alimentos e mascara os "off-flavors" produzidos por agentes como gomas e outros enchedores utilizados para aumentar a viscosidade (ANON, 1992); espera-se que o Simplesse funcione melhor quando substituindo a gordura em emulsões óleo/gordura em água (MILLER, 1994).

A avaliação da qualidade da proteínas do Simplesse mostrou que o processo de micro-particulação não altera o valor nutricional da proteína final, e principalmente, não se formam novas proteínas (ANON, 1992).

Na Tabela 1, estão apresentado o valor nutricional das proteínas do soro de leite comparadas às da caseína, ovo, e as da proteína isolada de soja.

Tabela 1- Valor nutricional das proteínas do soro de leite comparadas com outras proteínas.

Tipo de proteína	Taxa de Eficiência Protéica (PER)	Valor Biológico (VB)	Utilização Líquida de Proteína (NPU)
Proteína do soro	3,1	104	92
Caseína	2,5	71	76
Proteína de soja	2,1	74	61
Ovo	3,9	100	94

Fonte: LAGRANGE (1997)

O Simplesse está basicamente constituído de 56g/kg de umidade, 540g/kg de proteínas, 43g/kg de gordura, 68g/kg de cinza e 290g/kg de lactose (PAOLETTI et al., 1995).

O Simplesse recebeu o reconhecimento de GRAS (Geralmente Reconhecido como Seguro) em fevereiro de 1990 para sua aplicação em sorvetes; para outras categorias de proteínas recebeu o certificado GRAS em 1991. Pode ser incorporado facilmente em vários produtos utilizando-se equipamentos e condições normais. Sendo um ingrediente altamente solúvel, ele se dispersa rapidamente em sistemas tanto a frio como a quente, pode ainda ser misturado na formulação como qualquer fluido obtido de proteínas do leite, pode ainda ser mantido sob refrigeração. Duas formas de Simplesse[®] são disponíveis, o Simplesse-100 feito a partir da proteína concentrada do soro de leite, e o Simplesse-300 que contém proteínas da albumina e de leite desnatado, açúcar e pectina (ANON, 1991a; ANON, 1992); o Simplesse é uma alternativa para substituir parcial ou totalmente a gordura em vários alimentos, obtendo-se produtos com sabor e textura aceitáveis (ANON, 1992).

4.3. Aplicações

Para LUCCA & TEPPER (1994), os substitutos à base de proteína apresentam aplicações limitadas já que eles não podem ser utilizados em alimentos que requerem tratamentos térmicos severos (fritura), isto porque as altas temperaturas causam desnaturação e coagulação das proteínas; por outro lado, as proteínas tendem a ligar vários componentes do sabor, favorecendo o aparecimento de sabores estranhos (“off flavors”).

Quanto aos substitutos à base de carboidratos, sua função principal é a de aumentar a viscosidade e dar corpo e cremosidade similar à da gordura, sua maior desvantagem fundamenta-se no fato que dada sua alta hidrofiliabilidade, aumenta o teor de água no produto, aumentando também a sua atividade de água (aw), com a conseqüente redução da vida útil do produto; estes substitutos de gordura não devem ser utilizados em produtos que requerem processos como a fritura (LUCCA & TEPPER, 1994).

A maioria dos substitutos de gordura a base de proteínas são micro-particulados; esses ingredientes desempenham um importante papel por prover ao sistema a propriedade de dispersão da gordura em emulsões, eles ocupam fisicamente o espaço previamente ocupado pelas gotículas de gordura emulsificadas; além deste simples papel, o sucesso de uma

imitação de gordura depende de suas interações com os outros constituintes da matriz, assim como da interação com outras micro-partículas (MILLER, 1994).

Misturas de amidos e/ou proteínas parecem ser um meio eficaz para substituir uma maior proporção de gordura em produtos cárneos (KEETON 1994), porém poucos estudos sistemáticos têm sido feitos para determinar as misturas mais apropriadas para a elaboração de carnes processadas com redução no teor de gordura. Tais estudos são importantes porque o comportamento de cada ingrediente pode ser influenciado não somente pela variação na concentração dos outros ingredientes ou aditivos, mas também pelo meio no qual eles atuam (gordura, água, concentração protéica e força iônica). Desse modo, a quantidade dos ingredientes a serem utilizados na formulação para alcançar o efeito desejado pode variar (JIMENEZ-COLMENERO et. al., 1995).

Através da compreensão da ação e interação dos ingredientes alimentícios é possível que os tecnólogos de alimentos no futuro possam utilizar sistemas baseados na combinação de ingredientes, aliados às modificações na formulação e no processamento para desenvolver produtos com redução no teor de gordura que sejam aceitos pelos consumidores (ROLLER, 1996)

Agentes estabilizantes polissacarídeos (alginatos, pectinas e carragenas), podem atuar em sinergismo com as proteínas, estes ingredientes interagem para formar um complexo solúvel que recobre os glóbulos de gordura (JOST, 1993).

A interação do ingrediente substituto com a água talvez seja o fator mais importante a ser considerado ao escolher um substituto de gordura, dado que este deve simular as propriedades físicas e funcionais da gordura (LAI et al., 1993).

A utilização de substitutos é na realidade apenas uma das possíveis estratégias para a redução do consumo de gordura; de fato, o caminho para alcançar este objetivo passa obrigatoriamente por uma melhoria das práticas culinárias e pela reformulação de alimentos com um teor de gordura otimizado, pela seleção de matérias-primas e pela aplicação de tecnologias de processamento adequadas a cada produto.

Para BOATELLA et al., (1993) a elaboração de produtos com substitutos de gordura se apresenta como um desafio à indústria de alimentos frente às demandas do consumidor; o desenvolvimento destes produtos requer decisões por parte dos organismos legislativos em

relação às condições de utilização, denominação, tipificação dos produtos e rotulagem e também das autoridades sanitárias quanto à segurança e implicações que possam resultar do uso habitual de alimentos formulados com substitutos de gordura.

Os novos produtos elaborados a partir de substitutos de gordura não devem só possuir qualidade sensorial aceitável, mas também um desempenho equivalente àqueles que são comercializados. Porém isto nem sempre é simples, porque a modificação na composição dos produtos reformulados podem causar alterações que podem tornar-se aparentes durante o armazenamento (JIMENEZ-COLMENERO, 1996).

Os substitutos de gordura em produtos cárneos com redução no teor de gordura, tem sido introduzidos para tornar a textura mais aceitável, os substitutos de gordura são utilizados em vários produtos “light”, mas não são comumente utilizados em emulsões (SOLHEIM & ELLEKJÆR, 1993).

5. Produtos cárneos com redução no teor de gordura

A tecnologia dos produtos com redução no teor de gordura (“low-fat”) segue dois princípios básicos: a utilização de cortes magros que encarece os custos e/ou a redução da gordura pela adição de água e outros ingredientes, que contribuem na redução do valor energético (calorias). A seleção de matérias-primas cárneas apropriadas, em termos de composição e funcionalidade e/ou adição de ingredientes não-cárneas atuando como auxiliares na obtenção das características de textura desejáveis e particularmente aumentar a capacidade de retenção de água, da mesma forma, a adaptação de tecnologias de manufatura e/ou elaboração para aumentar certas características funcionais, ou ainda variar a formulação (composição) do produto final (JIMENEZ-COLMENERO, 1996).

O desenvolvimento de produtos com redução no teor de gordura requer modificações na composição das formulações. A influência exercida pela gordura nas propriedades de ligação, na textura, na cor, no sabor, causam problemas na elaboração de emulsões cárneas deste tipo, as quais afetam as propriedades sensoriais dos produtos (SOFOS & ALLEN 1977; HAND et al., 1987; CLAUS et. al., 1989, 1990; CAVESTANY et al., 1994).

Um dos principais problemas da redução no teor de gordura é o declínio concomitante das propriedades ligantes, devido ao aumento no teor de umidade dos produtos (AHMED, et al., 1990; CLAUS & HUNT 1991); a simples redução do teor de gordura pode diminuir

substancialmente a palatibilidade, a intensidade do sabor, a suculência e a maciez, o que conseqüentemente diminui a aceitabilidade dos produtos (EGBERT et. al., 1991; HUFFMAN et. al., 1991; MITTAL & BARBUT, 1993; JIMENEZ-COLMENERO, 1996).

Entretanto, os efeitos produzidos pela variação nos teores de gordura e proteína nos produtos cárneos, parecem ser influenciados por uma variedade de fatores, um dos quais está relacionado com as condições de processamento que são responsáveis pela qualidade do produto final, as características de ligação da água e da gordura entre outras, são associadas com o tratamento térmico aplicado (FOEGEDING & RAMSEY, 1986; CAMOU et. al. 1989; BARBUT & MITTAL 1990).

CLAUS et al., (1990) sugerem que salsichas com redução no teor de gordura aceitáveis podem ser preparadas com 10% de gordura, desde que a redução de gordura seja acompanhada de um aumento no teor de água adicionada ou de colágeno.

Segundo CLAUS & HUNT, (1991) o USDA (1988)³ permite a substituição da gordura pela água em produtos cárneos processados, desde que a soma da água e da gordura não exceda 40% da formulação. Isto pode ser feito através da diminuição do teor de gordura por um “efeito diluição” de ingredientes de baixo valor calórico, tais como amidos, proteínas e outros hidrocolóides, em água. À medida que a quantidade de gordura vai sendo reduzida em favor da água, a capacidade de ligar água exercida pelo substituto compensará a capacidade de ligação da gordura, até um ponto crítico decisivo na produção (PRODUCTOS..., s.d.).

Em produtos nos quais o teor de gordura é reduzido em favor da água, o interesse é voltado para a capacidade de retenção de água e diminui para a capacidade de ligação de gordura. O nível de substituição depende entre outros fatores da composição do produto formulado e da legislação (JIMENEZ-COLMENERO, 1996).

A redução do teor de gordura em carnes cominuídas tem sido associada com a alteração na qualidade, resultando num produto mais firme, borrachento, pouco suculento e de cor escura; para minimizar estes problemas incluem-se agentes modificadores da textura como os hidrocolóides (BOYLE, et al., 1994).

O teor de gordura exerce influência considerável nas propriedades ligantes e de textura

³ USDA. Standards for frankfurter and similar cooked sausages. *Federal Register*, v.53, n.50, p.8485, 1988.

dos produtos, e traz consigo alguns problemas na preparação de emulsões cárneas com redução de gordura (SOFOS & ALLEN, 1977; HAND et. al., 1987; CLAUS et al., 1989; CLAUS et. al., 1990; CAVESTANY et al., 1994). Em um esforço para corrigir os efeitos da redução dos níveis de gordura e obter produtos aceitáveis, uma variedade de tecnologias e procedimentos tem sido testados, entre os quais se incluem pré-misturas e pré-emulsificação (HAND et. al., 1987; CLAUS et. al., 1989; BISHOP et al., 1993; GREGG et. al., 1993); a incorporação de ingredientes não cárneos também tem sido estudada (SOFOS & ALLEN 1977; FOEGEDING & RAMSEY 1986; CLAUS & HUNT 1991).

A diferença no ponto de fusão da gordura da carne implica em modificações do processo. A gordura de aves, por exemplo, tem um ponto de fusão menor (31-33°C) do que a gordura suína (38-47°C) e a gordura bovina (41-48°C), isto deve ser levado em consideração quando se elaboram emulsões cárneas (BATER & MAURER, 1991).

Entre os ingredientes não cárneos com potencial para serem utilizados como substitutos de gordura estão os amidos e o concentrado protéico do leite. Os amidos são adicionados em emulsões cárneas por conferir propriedades funcionais, porém seu efeito no sistema é influenciado pelo tipo de amido, proporção de água/amido, presença de outros compostos (lipídios) e/ou fatores ligados ao processamento (SHAND et. al., 1990; DEXTER et. al., 1993). Em sistemas nos quais outros ingredientes influenciam o total de água disponível, é possível obter-se géis com concentrado protéico de soro (WPC) entre 0,5 a 8% (LAGRANGE, 1997)

Segundo MITTAL & USBORNE (1985), uma das principais vantagens da utilização de ingredientes não cárneos são seu baixo custo, boa estabilidade durante o armazenamento, auxilia às propriedades funcionais das proteínas, melhorando a aparência, a palatibilidade e a textura dos produtos. Os melhores critérios para avaliação dos ingredientes não cárneos, provavelmente, são os fatores ligados a rendimentos, textura, palatibilidade e custos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADA REPORTS. Position of the American Dietetic Association. **Journal of the American Dietetic Association**, v.91, n.10, p.1285-1288, 1991.
- AHMED, P.O.; MILLER, M.F.; LYON, C.E.; VAUGHTERS, H.M.; REAGAN, J.O. Physical and sensory characteristics of low-fat fresh pork sausage processed with various levels of added water. **Journal of Food Science**, , v.55, n.3, p.625-628, 1990.
- ANON. All natural fat substitute cuts fat, no flavor. **Prepared Foods**, v.160, n.6, P.123, 1991a.
- ANON. Quest for fat substitute talking many routes. **Food Technology-Informativo**, v.2, n.2 p.115-116, 1991b.
- ANON. Simplesse – first products launched in the U.K. **Confectionary production**, V.58, n.3, p. 208-209, 211, 1992.
- BAARDSETH, P.; NAES;T. MIELNIK, J.; SKREDE, G; HOLLAND, S.; EIDE, O. Dairy ingredients effects on sausage sensory properties studied by principal component analysis. **Journal of Food Science**, v.57, n.4, p.822-828, 1992.
- BARBUT, S.; MITTAL, G.S. Effects of heating rate on meat batter stability, texture and gelation. **Journal of Food Science**, v.55, n.2, p.334-337, 1990.
- BARBUT, S.; MITTAL, G.S. Effects of pH on pPhysical properties of white and dark turkey meat. **Poultry Science**, v.72, n.8, p.1557-1565, 1993.
- BATER, B.; MAURER, A.J. Effects of fat source and final cominution temperature on fat particle dispersão, emulsion stability, and textural characteristic of turkey frankfurters - 1. **Poultry Science**, v.70, n.6, p.1424-1429, 1991.
- BATH, D.E.; SHELKE, K.; HOSENEY, R.C. Fat replacers in high-ratio layers cakes. **Cereal Foods World**, v.37, n.10 , p.495, 1992.

- BISHOP, D.J.; OLSON, D.G.; KNIPE, C.L. Pre-emulsified corn oil, pork fat or added moisture affect of quality of reduced fat bologna quality. **Journal of Food Science**, v. 58, n.3, p. 484-487, 1993.
- BOATELLA, J.; CODONY, R.; RAFECAS, M. Estrategias para la sustitución de grasas en los alimentos. **Alimentária**, p.27-31, ene/feb, 1993.
- BOYLE, E.A.E.; ADDIS, P.B.; EPLEY, R.J. Calcium fortified, reduced fat beef emulsion product. **Journal of Food Science**, v.59, n.4, p.928-932, 1994.
- BYRNE, M. Fat replacers in focus. **Food Engineering International**, v.17, n.3, p.41-44, 48, 1992.
- CAMOU, J.P.; SEBRANEK, J.G.; OLSON, D.G. Effects of heating rate and protein concentration on gel strength and water loss of muscle protein gels. **Journal of Food Science**, v.55, n.4, p.334-337, 1989.
- CARBALLO, J.; MOTA, N.; BARRETO, G.; JIMENEZ-COLMENERO, F. Binding properties and color of bologna sausage made with varying fats levels, protein levels and cooking temperature. **Meat Science**, v.41, n.3 , p.301-313, 1995.
- CAVESTANY, M.; JIMENEZ-COLMENERO, F.; SOLAS, M.T.; CARBALLO, J. Incorporation of sardine surimi in bologna sausage containing different fat levels. **Meat Science**, v.38, n.1, p.27-37, 1994.
- CINDIO, B.; CACACE, D. Formulation and rheological characterization of reduced-calorie food emulsions. **International Journal of Food Science and Technology**, v.30, n.4, p.493-504, 1995.
- CLAUS, J.R.; HUNT, M.C. ; KATSNER, C.L. Effects of substituting added water for fat on the textural, sensory and processing characteristics of bologna. **Journal Muscle Foods**, v.1, p.1-21, 1989.
- CLAUS, J.R.; HUNT, M.C.; KATSNER, C.L.; KROPF, D.H. Low-fat, high added water bologna: effects of massaging, preblending, and time of addition of water and fat on physical and sensory characteristics. **Journal of Food Science**, v.55, n.2, p.341-345, 1990.

- CLAUS, J.R.; HUNT, M.C. Low-fat, high added-water bologna formulated with texture-modifying ingredients. **Journal of Food Science**, v.56, n.3, p.643-647, 1991.
- COFRADES, S.; CARBALLO, J.; JIMENEZ-COLMENERO, F. Heating rate on high-fat and low-fat frankfurters with a high content of added water. **Meat Science**, v.47, n.1/2, p.105-114, 1997.
- DAUM-THUNBERG, D.L.; FOEGEDING, E.A.; BALL-JR, H.R. Rheological and water-holding properties of comminuted turkey breast and thigh: effects of pH initial. **Journal of Food Science**, v.57, n.2, p.333-337, 1992.
- DEXTER, D.R.; SOFOS, J.N.; SCHMIDT, G.R. Quality characteristics of turkey bologna formulated with carrageenan, starch, milk and soy protein. **Journal Muscle Foods**, v. 4, p.207-233, 1993.
- EL-MAGOLI, S.W.; LAROIA, S.; HANSEN, P.M.T. Flavor and texture characteristics of low-fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate. **Meat Science**, v.42, n.2, p.179-193, 1996.
- EGBERT, W.R.; HUFFMAN, D.L.; CHIAO-MIN CHEN, C.M.; DYLEWSKI, D.P. Development of low-fat ground beef. **Food Technology**, v.45, n.6 p.64, 66-68, 70-71, 73, 1991.
- FOEGEDING, E.A. RAMSEY, S.R. Effects of gums of low-fat meat batters. **Journal of Food Science**, v.51, n.1, p. 33-36, 1986.
- FOEGEDING, E.A.; LANIER, T.C. The contribution of non muscle proteins to texture of gelled muscle protein foods. **Cereal Foods World**, v.32, n. 2, p.202, 1987.
- GAULL, G.E. Role of microparticulated protein fat substitutes in food and nutrition. **Annals of New York Academy of Sciences**, p.350-355, apr. 12, 1991.
- GIESE, J. Developing low-fat meat products. **Food Technology**, v.46, n.4, p.100-8, 1992.
- GIRARD, J.P; CULIOLI, J.; MAILLARD, T. DENOYER, C.; TOURAILLE, C. Influence of technological parameters on the structure of batter and texture of frankfurter type sausages. **Meat Science**, v.24,p.13-28, 1990.

- GLICKSMAN, M. Hydrocolloids and the research for the "oily grail". *Food Technology*, v.10, p.94-96, 1991.
- GOMIDE, F.P.; PEREIRA, A.S. **Emulsões cárneas**, Imprensa Universitária, 1989, 17p.
- GREGG, L.L.; CLAUS, J.R.; HACKEY, C.R.; MARRIOT, N.G. Low-fat high added water bologna from massaged minced batter. *Journal of Food Science*, v.58, n.2, p. 259-264, 1993.
- HAKERMA, J. Agentes texturizadores para produtos cárneos processados. *Engenharia de Alimentos*, p.17-21, jan., 1997
- HALL, G.M.; IGLESIAS, O. Propiedades funcionais de suero de leche desidratado. *Food Science and Technology International*, v.3, p.381-383, 1997.
- HAND, L.W.; HOLLINSWORTH, C.A.; MANDIGO, R.W. Effects of preblending, reduced fat and salt levels on frankfurter characteristics. *Journal of Food Science*, v.52, n.4 , p.1149-1151, 1987.
- HUFFMAN D.L.; EGBERT, W.R.; CHIAO-MIN CHEN.; DYLEWSKI, D.P. Technology for low-fat ground beef. *Reciprocal Meat Conference Proceedings*, v.44, p.737-738, 1991.
- HUFFMAN, L.M. Processing whey protein for use as a food ingredient. *Food Technology*, n.2, p.49-52, 1996.
- JIMENEZ-COLMENERO, F.; BARRETO, G.; MOTA, N.; CARBALLO, J. Influence of protein and fat and content and cooking temperature on texture and sensory evaluation of bologna sausage. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, v. 28, n.5, p. 481-487, 1995.
- JIMENEZ-COLMENERO, F. Technologies for developing low-fat meat products. Review. *Trends in Food Science & Technology*, v.7, p.41-48, 1996.
- JONES. K.W.; MANDIGO, R.W. Effects of chopping temperature on the microstruture of meat emulsions. *Food Microstruture*, n.4, p. 63-72, 1982.

- JONES, S.A. Fat replacers. The broad perspective part 1. **The World of Ingredients**, p. 8-13, May-Jun, 1995.
- JONES, S.A. Issues in fat replacers. In: ROLLER, S.; JONES, S.A. (Ed.) **Handbook of Fat Replacers**, CRC Press, 1996, cap.1, p.5-26.
- JOST, R. Functional characteristics of dairy protein. **Trends in Food Science & Technology**, v.4 p.283-288, 1993.
- KEETON, J.T. Low-fat meat products - Technological problems with processing. **Meat Science**, v.36, n.1, p.261-276, 1994.
- KER, Y.C.; TOLEDO, R.T. Influence of shear treatments on consistency and gelling properties of whey protein isolates suspensions. **Journal of Food Science**, v.57, n.1, p.82-85, 90, 1992.
- LAGRANGE, V. Recent developments and novel applications of U.S. milk whey protein. In: **Seminário Internacional- Tópicos Especiais em Ciência e Tecnologia de Proteínas**, Instituto de Tecnologia de Alimentos, p.67-74, 1997.
- LAI, H.M.; SCHMIDT, R.G.; CHIOU, R.G.; SLOWINSKI, L. A.; DAT, G.A. Mobility of water in a starch-based replacer by ^{17}O NMR Spectroscopy. **Journal of Food Science**, v.58, n.5, p. 1103-1106, 1993.
- LAWRIE, R.A. **Developments in Meat Science**. Applied Science, 1981. 296p.
- LUCCA, P.A.; TEPPER, B.J. Fat replacers and the functionality of fats in foods. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v.5, p.121-128, 1994.
- MARTIN, J.W. ; ROGERS, R.W. cure levels, processing methods and meat source effects on low-fat frankfurters. **Journal of Food Science**, v.58, n.1, p.1146-9, 1991.
- MILLER, M.S. Protein as fat substitute In: HITTARACHY, N.S.; ZIEGLER, G.R. (Ed.) **Protein Functionality in Foods Systems**, IFT, 1994. cap.14, p.435-465.
- MITTAL, G.S.; USBORNE, W.R. Meat emulsion extenders. **Food Technology**, v.34, n.4, p.121-130, 1985.

- MITTAL, G.S.; BARBUT, S. Effects of various cellulose gums on the quality parameters of low-fat breakfast sausages. **Meat Science**, v.35, n.1, p.93-103. 1993.
- MUCCIOLO, P.; GOMES, M.C.G. A relação umidade proteína (U/P) na repressão de fraudes de salsichas enlatadas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.4, p.379-393, 1981.
- MULVIHILL, D.M.; KINSELLA, J.E. Gelation characteristics of whey protein and β -lactoglobulin. **Food Technology**, v.41, n.9, p.102-11, 1987.
- PAOLETTI, F.; NARDO, N.; SALEH, A.; QUAGLIA, G.B. Back extrusion test on emulsion stabilized with whey protein concentrates. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, London, v.28, p.616-619, 1995.
- PRODUCTOS derivados del almidón como reemplazantes de grasa. Avebe, s.d. 13p.
- ROLLER, S. Starch-derived fat mimetics: maltodextrins. In: ROLLER, S.; JONES, S.A. (Ed.) **Handbook of Fat Replacers**, CRC Press, 1996, cap.6, p.99-159.
- SCHMELZER-NAGEL, W. **Produtos Cárneos Tipo Light. Avanços e Perspectivas em Tecnologia de Carnes**. Centro de Tecnologia de Carnes. Instituto de Tecnologia de Alimentos, p.139-149, 1996.
- SHAND, P.J.; SCHIMIDT, G.R.; MANDIGO, R.W.; CLAUS, J.R. New technology for low-fat meat products. In: **Reciprocal Conference Proceedings** v.43, 1990, p.37-52,.
- SOFOS, J.N.; ALLEN, C.E. Effects of lean meat and levels of fat and soy protein on the properties of wiener-type products. **Journal of Food Science**, v.42, n.4, p.875-878, 1977.
- SOLHEIM, R.; ELLEKJÆR, M.R. Sensory quality of low-fat sausages affected by substitute. **Food Quality and Preference**, v.4, n.3, p.127-131. 1993.
- STERN, J.S.; HERMANN-ZAIDINS, M.D. Fat replacement: A new strategy for dietary change. **Journal of the American Dietetic Association**, v.92, n.1, p.91-93, 1992.
- SUMMERKAMP, B.; HESSER, M. Fat substitute update. **Food Technology**, v.44, n.3, p.92-98, 1990.

- SYLVIA, S.F.; CLAUS, J.R.; MARRIOT, N. G.; EIGEL, W.N. Low-fat, high-moisture frankfurters: Effects of temperature and water during extended mixing. **Journal of Food Science**, v.59, n.5, p.937-940, 1994.
- VAN DEN HOVEN, M. Functionality of dairy ingredients in meat products. **Food Technology**, v.4, n.10, p. 72-77, 103. 1987.
- VILLASEÑOR, S. El uso de almidones en los productos cárneos. **CARNETEC**, p.32-34, set-oct, 1997.
- YACKEL, W.C.; COX, C. Application of starch-based fat replacers. **Food Technology**, v.46, n.6, p.143-144, 1992.
- YOUNG, J.N. Market considerations in fat replacers. In: ROLLER, S.; JONES, S.A. (Ed.) **Handbook of Fat Replacers**, CRC Press, 1996, cap.3 p.45-57.

Capítulo 2

SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA GORDURA POR ÁGUA, AMIDO MODIFICADO E PROTEÍNAS DO SORO DE LEITE EM EMULSÕES DE CARNE BOVINA. EFEITO NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

1 JUSTIFICATIVA

Produtos cárneos cominuídos são sistemas complexos, nos quais a absorção de água, a capacidade de geleificação e de formar emulsões influenciam a estabilidade e a textura dos produtos cozidos. O incentivo econômico para a utilização de ingredientes não cárneos, é uma forma de diminuir custos e aumentar os rendimentos. Através da incorporação de proteínas não cárneas, como as do leite, melhora-se a estabilidade e reduzem-se o encolhimento e as perdas durante o cozimento e modificam-se as propriedades de textura do produto final. As proteínas do leite atuam como emulsificadores e ligantes de água e gordura em alimentos, sendo freqüentemente utilizadas como agentes enchedores em produtos cárneos cominuídos; no entanto a lactose pode causar descoloração nos produtos, devido à reação de Maillard (ELLEKJÆR et al.,1996).

Nos Estados Unidos da América aproximadamente 200,00 t. de proteínas do soro são utilizadas anualmente como ingrediente funcional na indústria de alimentos. O soro e seus derivados são utilizados principalmente em panificação, produtos lácteos, e em misturas utilizadas para aumentar o valor nutricional utilizando-se para reforçar a dieta; em carnes processadas sua aplicação é menor (KER & TOLEDO, 1992).

As proteínas do soro tem sido estudadas pela sua desnaturação térmica, propriedades funcionais de geleificação, solubilidade, formação de espumas e propriedades emulsificantes. ENSOR et al.(1987), relatam que o USDA (United State Drug Administration), aprovou em junho de 1982 a utilização de proteínas do soro de leite concentrado como agente ligante em salsichas. Em quantidades de até 3,5%, estas podem ser utilizadas em produtos cárneos processados para melhorar as capacidade de ligar água e gordura sem afetar a qualidade sensorial e propriedades de textura desses produtos.

O amido é um polímero composto por unidades de glicose anidro, extraído em forma granular a partir de tubérculos, raízes e sementes. A propriedade prática mais importante do amido é a sua capacidade de formar géis sob aquecimento (HAKERMA, 1997). Entre as razões para a utilização de amido destacam-se as seguintes: absorvem água e são agentes ligantes, reduzem os custos, diminuem as perdas durante cozimento e no armazenamento, retêm umidade, reduzem o encolhimento, e o teor de gordura dos produtos. Os amidos são utilizados principalmente como agentes texturizantes, para melhoria da qualidade sensorial, sabor, textura, suculência, cor, além de melhorar os rendimentos. No caso de produtos cárneos, o amido age na ligação e dispersão da gordura (VILLASEÑOR, 1997). Diversos tipos de amido têm sido utilizados em proporções de 2% a 5% na formulação de emulsões com redução do teor de gordura (CLAUS & HUNT, 1991; DEXTER, 1993; KEETON 1994).

2 OBJETIVO

O principal objetivo deste estudo é a caracterização físico química de emulsões de carne bovina, em sistema modelo do tipo pão de carne (“meat loaf”), formuladas com diferentes teores de gordura, água, amido modificado (Firm-Tex[®]) e proteínas micro-encapsuladas derivadas do soro de leite (Simplese[®]).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

Utilizou-se carne magra (4-8% de gordura), proveniente de dianteiro e a gordura de traseiro bovino. Fez-se a moagem dessas matérias-primas em moinho marca Risco com discos de 3/16 mm; o material moído foi acondicionado em sacos de polietileno e mantido sob congelamento a -25°C, até a sua utilização. Para o processamento, a matéria-prima foi retirada do congelador com 24 horas de antecedência e colocada sob refrigeração para o descongelamento. A matéria-prima cárnea foi processada a -1°C e a gordura a + 1°C.

3.2 Ingredientes

Os ingredientes testados foram o Firm-tex[®], amido modificado de milho ceroso, produzido pela National Starch and Chemical Company, e o Simplesse-100[®], uma proteína derivada do soro do leite microencapsuladas, produzido pela Nutra-Sweet Company. Ambos foram adicionados durante a etapa de cominuição. Além destes ingredientes foram utilizados 4% de outros ingredientes não-cárneos. Utilizou-se também sal e condimentos, tripolifosfato de sódio, nitrito de sódio, e eritorbato de sódio.

3.3 Planejamento experimental

Os produtos foram elaborados com oito diferentes misturas e duplicatas de 5 delas escolhidas de forma aleatória, as quais foram obtidas através do planejamento experimental de misturas (BARROS NETO et al.(1995), para o qual utilizou-se o soft ware Design Expert 4.0.6.C (Stat-Easy Co., Minneapolis, MN) (Tabela 1). Em cada mistura a proporção dos ingredientes variou de acordo com as seguintes especificações: X_1 (% de proteínas do soro de leite) de 0,0 a 5,0%, X_2 (% de gordura) de 10,0 a 17,7%, X_3 (% de água adicionada) de 19,0 a 26,7% e X_4 (% de amido) de 2,0 a 5%. A mistura totalizou 38,7%; os restantes 61,3% foram mantidos fixos: carne bovina 55%; 2,2% de sal no qual incluem-se os condimentos, 0,3% de fosfato, 200 mg/kg de nitrito de sódio, 500 mg/kg de eritorbato de sódio e 4% de outros ingredientes não-cárneos.

Na Tabela 1, estão apresentadas as diversas misturas resultantes do planejamento experimental.

Tabela 2: Planejamento experimental de misturas.

Formulações	X ₁ (% Simplese [®])	X ₂ (% Gordura)	X ₃ (% Água)	X ₄ (% Firm-tex [®])
1	0,00	10,00	26,70	2,00
2	0,00	17,70	19,00	2,00
3	1,23	10,94	22,29	4,23
4	5,00	12,70	19,00	2,00
5	0,00	17,70	19,00	2,00
6	0,00	10,00	26,70	2,00
7	5,00	12,70	19,00	2,00
8	1,23	14,79	19,94	2,73
9	5,00	10,00	21,70	2,00
10	0,00	14,70	19,00	5,00
11	4,70	10,00	19,00	5,00
12	4,70	10,00	19,00	5,00
13	0,00	14,70	19,00	5,00

Simplese[®] é marca registrada Nutra-Sweet Company.

Firm-tex[®] é marca registrada de National Starch and Chemical Company

3.4 Cálculo das formulações

Para o cálculo das formulações utilizou-se a ferramenta “Solver” programa Excel 97 da Microsoft.

3.5 Processamento

Os processamentos foram realizados no Laboratório de Carnes do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP.

Para a elaboração da massa (“batter”), utilizou-se uma máquina universal polivalente Stephan/Geiger, modelo UMMSK-12 de acordo com o esquema de processamento mostrado

na Figura 1. A massa resultante foi moldada em formas metálicas retangulares e assadas em forno elétrico pré aquecido a 150°C até atingir 72°C no centro do bloco. A seguir os produtos foram resfriados em água com gelo até 5°C e a seguir feita a pesagem para fins de cálculo das perdas de peso durante o cozimento. Na sequência os produtos foram embalados à vácuo e armazenados sob refrigeração em câmara fria a 4°C

Na Figura 1 está apresentado o fluxograma de obtenção de emulsões cárneas bovinas processadas como pão de carne”.

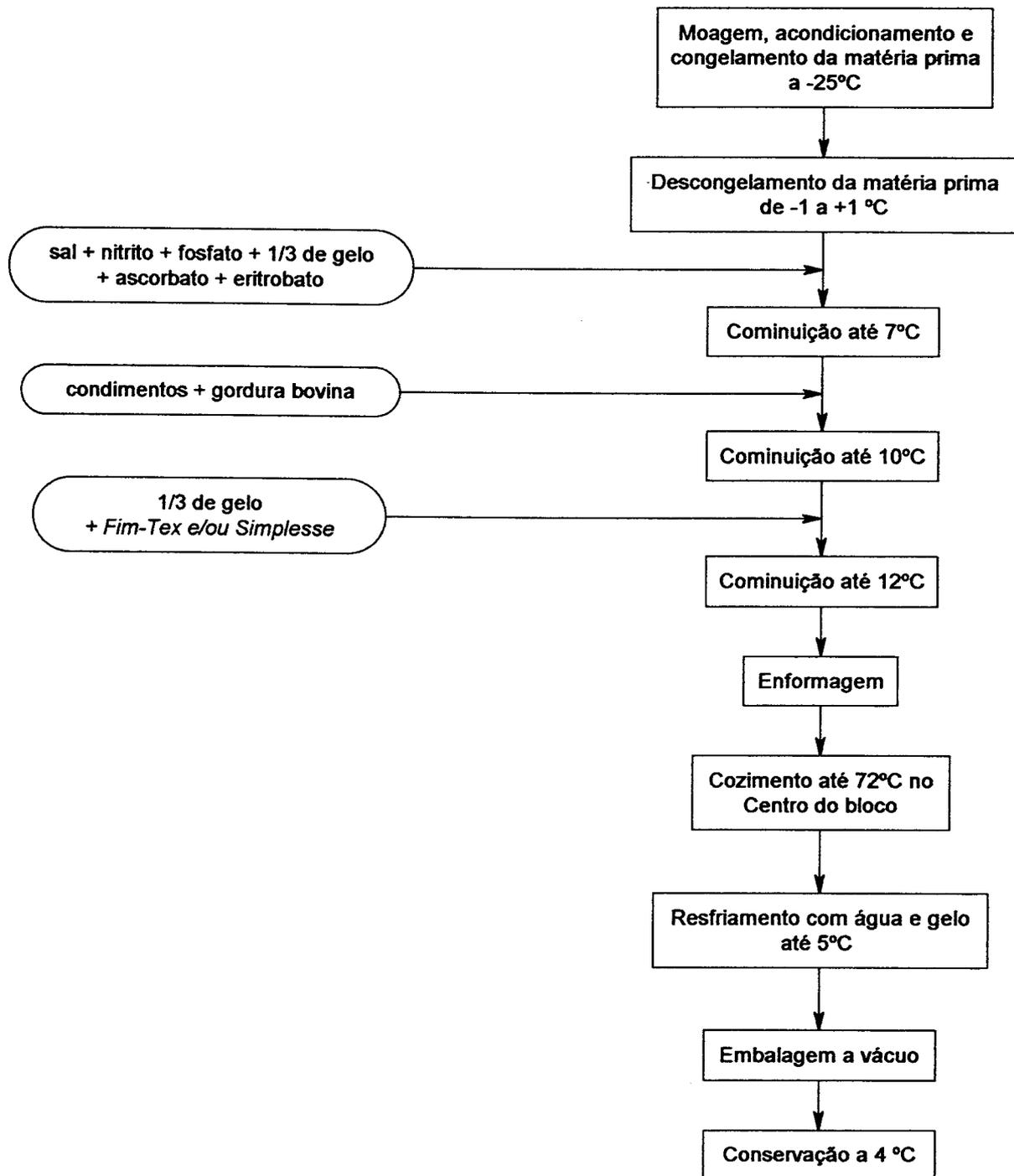


Figura 1. Fluxograma de obtenção de emulsões bovinas processadas como “pão de carne”.

3.6 Análises físicas

3.6.1 Perdas de peso durante o cozimento

Foram estimadas como a porcentagem das perdas durante o cozimento de acordo com a fórmula a seguir:

Perdas no cozimento (%) = $\text{Peso do produto antes do cozimento} / \text{Peso do produto após o cozimento} \times 100$

3.6.2 Cálculo das perdas de peso durante o armazenamento

As perdas de peso durante o armazenamento foram medidas tomando-se três pacotes com peso aproximado de 300g por tratamento, embalados à vácuo, pesados, identificados e mantidos em câmara fria a 4°C por 25 dias. Para fins de cálculos, procedeu-se à abertura das embalagens para drenar o líquido contido nelas e a seguir foi feita a repesagem, sendo que o peso obtido foi subtraído do peso inicial e expresso em porcentagem como segue:

Perdas no armazenamento (%) = $(\text{Peso inicial do pacote} / \text{Peso final do pacote}) \times 100$

3.6.3 Determinação de cor

A medida da cor foi feita tomando-se um pedaço do produto com 5 cm de espessura por lado, de forma a conferir opacidade às amostras eliminando-se as partes expostas ao ar ambiente. Após o corte as amostras foram recobertas com papel alumínio para impedir a incidência de luz. Para tal medição foi utilizado um colorímetro Minolta CR-300 com iluminante C (luz do dia) e ângulo visual do observador de 2° A leitura da cor foi feita em triplicata e em três posições diferentes da amostra, obtendo-se um resultado médio para cada tratamento. Utilizou-se as variáveis do sistema de cor no espaço L* a* b* conforme definido pela CIE. (Comissão Internacional de Iluminação) em 1976. Neste sistema o L* indica luminosidade, a* (intensidade da cor vermelha/verde) e b* (intensidade da cor amarela/azul). A medida instrumental da cor foi feita 48 horas após o processamento.

3.6.4 Calorimetria

A energia bruta dos produtos foi determinada em bomba calorimétrica adiabática – PARR, modelo 1261 e referida como o calor liberado pela combustão da amostra, quando esta

foi completamente oxidada em ambiente contendo 25 a 30 atm de oxigênio. O calor liberado foi comparado com o padrão do ácido benzóico, o resultado é expresso em kilocalorias (SILVA, 1981). Foram feitas duas repetições por tratamento.

3.6.5 Atividade de água

A atividade de água dos produtos foi medida em analisador Decagon, marca Aqua-Lab, modelo CX-2, Calibrado a 20°C. Foram feitas três leituras por tratamento.

3.6.6 pH

Para a determinação do pH foi utilizado um pHmetro marca SENTRON 1001, modelo 1080 pH/T ISFET probe, acoplado ao eletrodo combinado para leituras de pH na superfície da carne com sensibilidade de 0,1. O pH foi medido através da introdução do eletrodo em três diferentes pontos do produto, a leitura foi feita na emulsão crua e no produto final.

3.7 Análises químicas

As análises químicas para a umidade, proteína bruta e cinza foram realizadas no material seco de acordo com a metodologia indicada pela A.O.A.C. (1984).

3.7.1 Umidade

O teor de umidade da matéria-prima e dos produtos foi realizado pelo método gravimétrico por secagem em estufa com circulação mecânica de ar a 105°C até peso constante.

3.7.2 Proteína

A determinação do teor de proteína foi realizada pelo método Micro-Kjeldhal, sendo o teor protéico determinado multiplicando-se o teor de nitrogênio pelo fator 6,25.

3.7.3 Lipídios totais

O teor de lipídios totais da matéria-prima e dos produtos foi analisado conforme metodologia descrita por BLIGH & DYER (1959).

3.7.4 Cinza

O teor de cinza foi determinado por processo gravimétrico, após a incineração da amostra em mufla 550°C por 4 horas, seguida de resfriamento em dessecador .

Todas as análises foram feitas em triplicata.

3.8 Avaliação da textura

A análise do perfil da textura foi feito utilizando-se um texturômetro Stable Micro System Texture Analyser TA.XT2 (Texture Technologies Corp.), acoplado a um microcomputador com o soft-ware XTRA Dimension (1993), para cálculos de gráficos de textura. Para a medida da ruptura utilizou-se a célula “burger punch” (2,0 cm de diâmetro), adotando-se velocidades de compressão de 1,7 mm/s, velocidade do pré-teste (compressão) de 1,7 mm/s; velocidade do pós-teste (descompressão) de 1,7 mm/s, 25g; distancia a ser percorrida de 18 mm; e a distancia de ruptura 10,0 mm. Para fins de análise da textura (TPA) dos produtos, as amostras foram cortadas em fatias de 10 x 10 x 1cm.

3.9 Análise estatística dos resultados

Os resultados obtidos das perdas durante o cozimento e no armazenamento e a força de ruptura, foram interpretados através de mapas de contorno do pacote estatístico STAT SOFT (1995). Para análises dos dados complementares, utilizaram-se ANOVA, teste de Tukey (SAS 1996) e correlações de Pearson (STAT SOFT 1995).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de correlação de Pearson entre Simplesse[®], gordura, água adicionada e Fim-Tex[®] estão apresentados na Tabela 2

Tabela 3. Coeficientes de correlação (r) entre os ingredientes testados na mistura e as respostas obtidas para os parâmetros avaliados.

	X ₁ (% Simplesse)	X ₂ (% gordura)	X ₃ (% água adicionada)	X ₄ (% amido)
Perdas no cozimento	-,00	-,42	,67*	-,49
Perdas no armazenamento	-,04	,15	,29	-,82*
Ruptura	,05	,17	-,53*	,64*
Umidade	-,34	-,58*	,97*	-,19
Proteína	,74*	-,05	-,50	-,10
Gordura	-,38	,96*	-,51	-,30
Cinza	,61*	-,43	-,09	,07
pH_final	,62*	-,18	-,31	-,01
Kcal	-,30	,62*	-,15	-,46

* Correlações marcadas são estatisticamente significativas ($p < 0,05$)

Na Tabela 2 verifica-se que o teor de proteínas do soro de leite influenciou positivamente a porcentagem de proteína, cinza e o pH dos produtos. O teor de gordura foi diretamente relacionado com os lipídios totais e com o valor calórico dos produtos, e inversamente com os valores de umidade.

O teor de água adicionada na formulação influenciou positivamente as perdas durante o cozimento e os valores de umidade dos produtos, e negativamente a força de ruptura. Produtos com maior teor de água adicionada registraram menores valores de força de ruptura,

resultando em um produto menos firme, os mesmos resultados foram encontrados por CLAUS et al. (1989).

O teor de Firm-Tex por sua vez influenciou positivamente a força de ruptura e negativamente com as perdas de peso durante o cozimento. As perdas no cozimento diminuíram proporcionalmente ao aumento de Firm-Tex., este, por outro lado, aumenta também os valores de força de ruptura.

Na Tabela 3 pode observar-se que das quatro variáveis sem estudo apenas o teor de água adicionada influenciou as perdas no cozimento ($p < 0,05$), sendo estas proporcionais ao aumento no teor de água adicionada. As perdas no armazenamento foram influenciadas diretamente pela quantidade de água adicionada e inversamente pela quantidade de amido modificado, na medida que aumenta o teor de água adicionada aumentam as perdas, no sentido oposto, na medida que aumenta o teor de amido modificado estas diminuem ($p < 0,05$). Com relação à força de ruptura, esta foi influenciada tanto pela gordura como pelo amido modificado, produtos com maior teor de gordura e maior teor de amido modificado se mostraram mais firmes.

Tabela 4 - Coeficientes de regressão do modelo linear para as as variáveis perdas durante o cozimento, armazenamento e força de ruptura de emulsões cárneas bovinas.

Resposta	Modelo linear	R ²
Perdas no cozimento	$= 0,06 X_1 + 0,03 X_2 + 0,19X_3^* + 0,21 X_4$ (0,50) (0,58) (0,001) (0,16)	0,56
Perdas no armazenamento	$= 0,04X_1 + 0,48X_2 + 0,44X_3^* - 0,23 X_4^*$ (0,27) (0,06) (0,01) (0,03)	0,68
Força de ruptura	$= 0,07X_1 + 0,08 X_2^* + 0,02X_3 + 0,27 X_4^*$ (0,20) (0,01) (0,36) (0,06)	0,53

X_1 = Simplesse, X_2 = gordura, X_3 = água adicionada, X_4 = amido

As perdas durante o armazenamento se situaram na faixa de 0,27 a 1,83%. As menores perdas foram para aqueles produtos com 19% de água adicionada e as maiores foram

observadas naqueles produtos com maior teor de água adicionada (26,70%); entretanto, essas perdas são menores que aquelas encontradas por CLAUS et al., (1989).

Na tabela 4 observa-se que as menores perdas durante o armazenamento coincidem com os maiores teores de amido; no sentido oposto, as maiores perdas durante o armazenamento coincidem com o menor teor de gordura e maior teor de água adicionada. Esses resultados confirmam resultados obtidos por SYLVIA et al., (1994), GREGG et al., (1993), CLAUS et al., (1989), COFRADES et al., (1997). Este efeito segundo HULL et al., (1992) é provavelmente devido ao maior teor de água adicionada. Na Figura 1a observa-se que na medida que aumenta o teor de amido, diminuem as perdas no cozimento. Quantidades de proteínas do soro de leite menores que 2,5% reduzem as perdas no cozimento.

As perdas durante o armazenamento foram influenciadas diretamente pelo teor de água adicionada e inversamente pelo amido modificado ($p < 0,05$) (Tabela 2). Quanto maior o teor de amido modificado, menores perdas de peso durante o armazenamento foram registradas; por outro lado, na medida que aumenta o teor de água adicionada estas aumentam.

Na presença de 19,94% de água adicionada, quantidades de amido modificado a partir de 3,0%, com proteínas do soro de leite menores que 2,5% registraram-se as menores perdas no armazenamento; na medida que aumenta o teor de proteínas do soro de leite aumentam as perdas (Figura 1b.).

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados médios das perdas no cozimento, armazenamento, força de ruptura e a média da centesimal.

Tabela 5- Resultados médios das perdas no cozimento e no armazenamento e composição centesimal de emulsões cárneas bovinas.

Formulações ^y	Perdas no cozimento (%)	Perdas no armazenamento (%)	Força de ruptura (kg)	Umidade (%)	Proteína (%)	Gordura (%)	Cinza (%)
1. (0/ 10/ 26,7/ 2)	4,45	1,05	2,05	70,07	13,49	8,07	2,98
2. (0/ 17,7/ 19/ 2/)	1,42	1,35	2,78	63,03	14,65	16,65	2,95
3. (1,23/ 10,94/ 22,29/ 4,23)	3,42	0,75	2,61	65,60	14,33	8,89	3,09
4. (5/ 12,7/ 19/ 2)	3,18	1,83	2,08	63,67	16,22	10,18	3,25
5. (0/ 17,7/ 19/ 2/)	4,45	1,32	2,78	62,17	13,70	16,64	2,80
6. (0,0/ 10/ 26,7/ 2)	4,41	1,25	1,81	69,89	13,60	7,85	3,00
7. (5/ 12,7/ 19/ 2)	3,02	0,91	2,28	62,56	15,62	12,39	3,21
8. (1,23/ 14,79/ 19,94/ 2,73)	2,68	0,50	1,79	63,70	14,71	12,03	2,93
9. (5/ 10/ 21,7/ 2)	3,58	1,02	2,22	65,20	13,98	8,07	2,78
10.(0/ 14,7/ 19/ 5)	1,98	0,60	2,49	64,30	13,66	11,33	2,84
11. (4,7/ 10/ 19/ 5)	2,87	0,30	2,69	63,56	15,06	7,86	3,15
12. (4,7/ 10/ 19/ 5)	2,68	0,43	3,49	63,89	14,80	8,23	3,19
13. 0/ 14,7/ 19/ 5)	1,81	0,27	3,20	64,30	13,66	11,33	2,84

^y % de Simplese / gordura / água adicionada / Firm-TEX

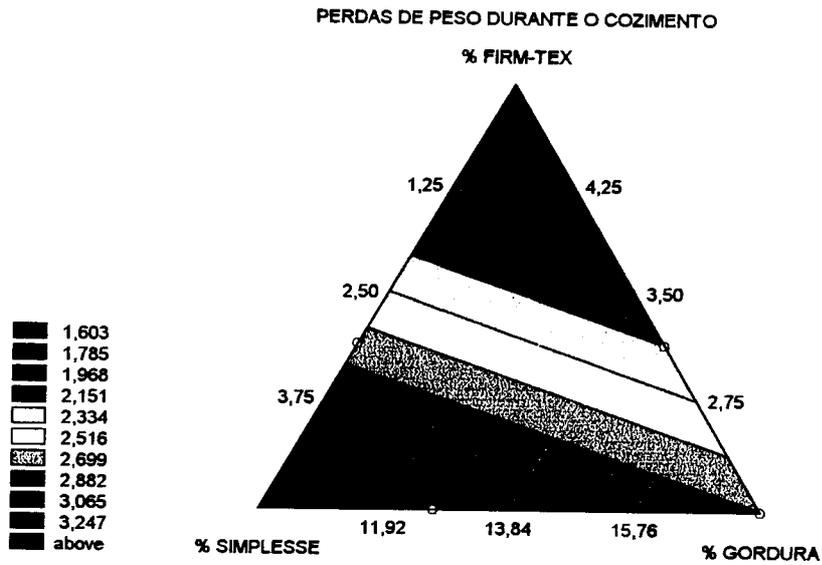


Figura. 1a . Influência do teor de amido, Simpleesse e gordura nas perdas de peso durante o cozimento quando 19% de água adicionada esteve presente na mistura.

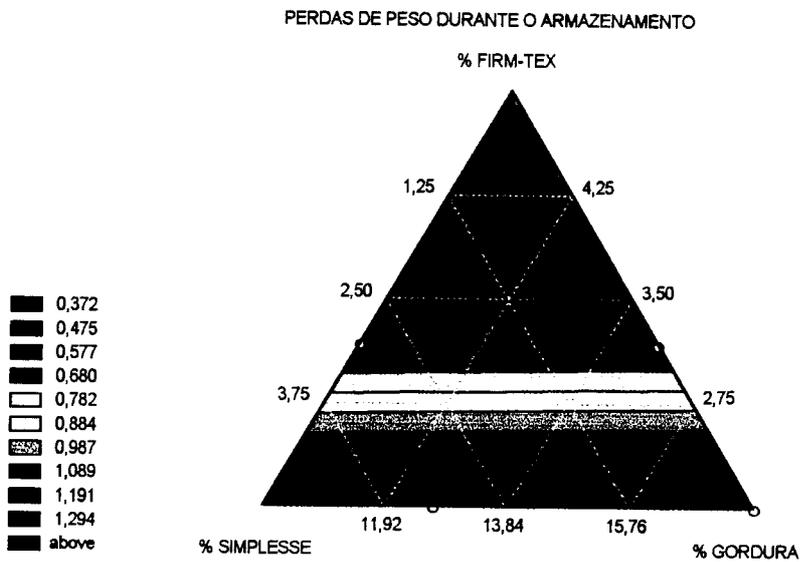


Figura. 1 b -Influência do teor de amido, Simpleesse e gordura nas perdas de peso durante o armazenamento quando 19,94% de água esteve presente na mistura.

Os valores de força de ruptura situaram-se na média de 2,48 kg, sendo influenciados tanto pela gordura quanto pelo amido ($p < 0,05$) (Tabela 2), quanto maior o teor de gordura e de amido maiores valores de ruptura foram registrados; por outro lado na medida que se aumenta o teor de água adicionada estes valores diminuíram. As proteínas do soro de leite parecem exercer efeito na textura, teores menores que 2,5% resultam na diminuição dos valores de força de ruptura (Figura 1c).

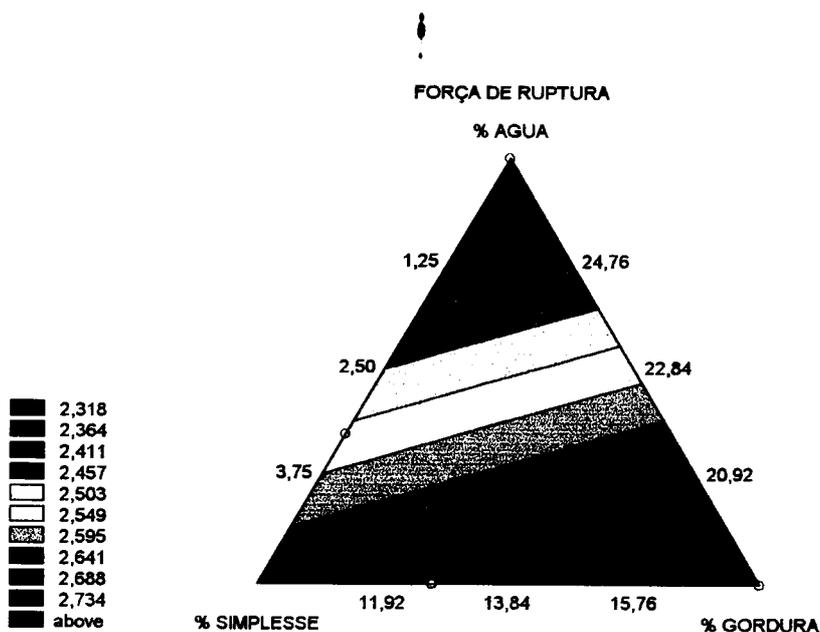


Figura. 1c. - Influência do teor de Simplese, gordura e água adicionada na força de ruptura quando 2,73% de amido esteve presente na mistura.

Na Tabela 4 verifica-se que o teor de gordura situou-se entre 7,85 a 16,65%. Estas quantidades são menores do que aquelas formuladas, devido a erros aleatórios e à possível perda de gordura durante o processamento térmico. O teor de umidade final dos produtos foi proporcional ao teor de água adicionada ($r=0,97$). A umidade dos produtos aumenta na medida que diminui o teor de gordura e vice-versa. O teor de proteína variou conforme se adicionaram as proteínas do soro de leite ($r=0,74$), que também influenciaram os teores de cinza. ($r = 0,61$).

A análise da cor dos produtos (Tabela 5), detectou diferenças significativas ($p < 0,05$) na luminosidade (L^*). Tais diferenças possam ser atribuídas à influência do maior teor de amido modificado, as formulações com maior teor de amido modificado foram mais claras.

No parâmetro a^* (intensidade da cor vermelha/verde), houve diferenças entre a formulação 6 com 10,0% de gordura/2,0% de amido/26,7% de água adicionada que foi a mais vermelha, a formulação 12 com 4,70% de proteínas do soro de leite e 5,0% de amido modificado, 10% de gordura e 19,0% de água adicionada que foi a menos vermelha; estas formulações diferem entre si ($p < 0,05$) não diferindo significativamente das demais ($p > 0,05$). HAND et al., (1987), CLAUS et al., (1989), relatam que produtos com redução no teor de gordura e maior teor de água adicionada foram mais vermelhos.

Para vários pesquisadores relatam que a cor dos produtos é influenciada pelo teor de gordura pela de água adicionada e, por outro lado, pela quantidade de pigmentos da carne com a qual os produtos são elaborados (CLAUS et al., 1989, AHMED et al., 1990).

As médias e os desvios padrão dos resultados da análise de cor, cujas variáveis luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e do amarelo (b^*) do sistema CIE foram medidas e estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 6. Médias e desvios padrão dos parâmetros L*, a* e b* de emulsões cárneas bovinas.

Formulações ^y	L*	a *	b*
1. (0,0/ 10/ 26,7/ 2)	48,19 ^{cde} ± 1,47	13,41 ^{ab} ± 0,29	7,72 ^{abc} ± 0,20
2. (0/ 17,7/ 19/ 2)	50,21 ^{bc} ± 0,12	13,32 ^{ab} ± 0,17	7,83 ^{bc} ± 0,01
3. 1,23/ 10,94/ 22,29/ 4,23)	47,28 ^e ± 0,20	13,50 ^{ab} ± 0,07	7,30 ^c ± 0,14
4. (5/ 12,7/ 19/ 2)	51,34 ^b ± 0,16	13,36 ^{ab} ± 0,54	8,08 ^{ab} ± 0,22
5. (0/ 17,7/ 19/ 2)	51,34 ^b ± 0,36	13,36 ^{ab} ± 0,13	8,18 ^a ± 0,02
6. (0,0/ 10/ 26,7/ 2)	47,81 ^{ed} ± 0,14	13,77 ^a ± 0,16	7,70 ^{abc} ± 0,01
7. (5/ 12,7/ 19/ 2)	54,52 ^a ± 0,16	13,53 ^{ab} ± 0,54	8,27 ^a ± 0,22
8. (1,23/ 14,79/ 19,94/ 2,73)	49,69 ^{bcd} ± 1,20	13,55 ^{ab} ± 0,09	7,50 ^{bc} ± 0,25
9. (5/ 10/ 21,7/ 2)	48,93 ^{cde} ± 0,37	13,57 ^{ab} ± 0,27	8,27 ^a ± 0,38
10.(0/ 14,7/ 19/ 5)	47,34 ^e ± 0,37	13,51 ^{ab} ± 0,33	8,05 ^{ab} ± 0,26
11. (4,7/ 10/ 19/ 5)	48,17 ^{cde} ± 0,47	13,57 ^{ab} ± 0,08	8,21 ^a ± 0,14
12. (4,7/ 10/ 19/ 5)	49,94 ^{bc} ± 1,47	12,92 ^b ± 0,27	8,08 ^{ab} ± 0,48
13. 0/ 14,7/ 19/ 5)	47,75 ^{ed} ± 0,21	13,50 ^{ab} ± 0,17	8,28 ^a ± 0,06

^y % de Simplese / gordura / água adicionada / Firm-Text

* ^{abcde} Médias na mesma coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si (p < 0,05)

As médias e o desvio padrão dos resultados do pH, atividade de água e energia de emulsões cárneas estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Médias e desvio padrão dos valores de pH, atividade de água e energia de emulsões cárneas bovinas.

Formulações ^y	pH do produto	Atividade de água	(Kcals)
1. (0,0/ 10/ 26,7/ 2)	5,25 ^{cd} ± 0,04	0,974 ^{bc} ± 0,00	175,20 ^e ± 0,57
2. (0/ 17,7/ 19/ 2/)	5,08 ^e ± 0,00	0,986 ^a ± 0,01	236,98 ^b ± 0,01
3. 1,23/ 10,94/ 22,29/ 4,23)	5,03 ^f ± 0,02	0,973 ^{bc} ± 0,00	185,84 ^e ± 0,07
4. (5/ 12,7/ 19/ 2)	5,52 ^{ab} ± 0,02	0,980 ^{ab} ± 0,01	181,19 ^d ± 1,64
5. (0/ 17,7/ 19/ 2/)	5,13 ^{ef} ± 0,01	0,971 ^{bc} ± 0,00	245,73 ^a ± 0,55
6. (0,0/ 10/ 26,7/ 2)	5,07 ^f ± 0,01	0,974 ^{bc} ± 0,00	174,48 ^e ± 0,35
7. (5/ 12,7/ 19/ 2)	5,52 ^{ab} ± 0,02	0,971 ^{bc} ± 0,00	181,19 ^d ± 0,37
8. (1,23/ 14,79/ 19,94/ 2,73)	5,32 ^{cd} ± 0,01	0,974 ^{bc} ± 0,00	176,05 ^e ± 0,07
9. (5/ 10/ 21,7/ 2)	5,41 ^{bc} ± 0,02	0,972 ^{bc} ± 0,00	152,39 ^f ± 0,86
10.(0/ 14,7/ 19/ 5)	5,37 ^{bc} ± 0,03	0,971 ^{bc} ± 0,00	152,66 ^f ± 0,56
11. (4,7/ 10/ 19/ 5)	5,64 ^a ± 0,00	0,968 ^c ± 0,01	183,64 ^{de} ± 0,58
12. (4,7/ 10/ 19/ 5)	5,06 ^f ± 0,01	0,977 ^{bc} ± 0,00	153,89 ^f ± 0,29
13. 0/ 14,7/ 19/ 5)	5,19 ^{def} ± 0,02	0,973 ^{bc} ± 0,00	152,66 ^f ± 1,91

^y % de Simplesse / gordura / água adicionada / Firm-Tex

^{a b c d e} Médias na mesma coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si (p < 0,05)

Quanto ao pH dos produtos (Tabela 6), os valores se situaram entre 5,03 a 5,64, as diferenças entre as diversas formulações podem ser atribuídas basicamente ao teor de Simplesse adicionado. (r= 0,61). Variações no teor de gordura e água adicionada não parecem exercer um efeito apreciável nos valores de pH de emulsões cárneas (CLAUS & HUNT, 1991, BLOUKAS & PANERAS, 1993, GREGG et al., 1993); porém CLAUS et al., (1990); CLAUS & HUNT, (1991) comentam o pH ser alterado por processos tecnológicos e pela incorporação de ingredientes não-cárneos.

A atividade de água (Tabela 6) dos produtos situou-se entre 0,968 e 0,986 ($p < 0,05$), o maior valor registrado foi para a formulação com maior teor de gordura, entretanto este efeito não pode ser atribuído ao teor de gordura presente na formulação; esta diferença está mais relacionada com a quantidade de ingrediente não-cárneos utilizada na formulação do que com o teor de gordura. O menor valor foi para a formulação com 4,70% de proteínas do soro de leite e 5% de amido modificado, isto último sugere que quanto maior a adição destes ingredientes menores valores de atividade de água foram registrados.

A energia dos produtos (kcal), de uma forma geral, seguiu o comportamento esperado, aqueles com maior teor de gordura exibiram maior valor energético; no entanto produtos com teores intermediários de gordura, exibiram valor energético similar ao daqueles produtos com baixos teores de gordura, isto devido à influência dos outros ingredientes da mistura (Tabela 6).

5. CONCLUSÕES

A redução do teor de gordura em favor da água, parece ser um meio eficaz para controlar possíveis alterações na textura dos produtos. Os efeitos da redução no teor de gordura e do aumento no teor de água adicionada nos parâmetros considerados funcionais, podem ser controlados através da utilização de ingredientes não-cárneos, como o Firm-Tex[®] e o Simplese[®].

O Firm-Tex exerce um efeito benéfico no controle da redução das perdas durante o cozimento e no armazenamento, entretanto na medida que aumenta sua concentração, aumentam também os valores de força de ruptura. Teores de Simplese de até 3% reduzem as perdas durante o cozimento e no armazenamento, obtendo-se produtos com qualidade

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AHMED, P.O.; MILLER, M.F.; LYON, C.E.; VAUGHTERS, H.M.; REAGAN, J.O. Physical and sensory characteristics of low-fat fresh pork sausage processed with various levels of added water. **Journal of Food Science**, v.55, n.3, p.625-628, 1990.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 14 ed. 1984. 1141p.
3. BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e otimização de experimentos**. Ed. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 1995. 299p.
4. BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canada Journal Biochemistry Physiological**, v.37, p. 911-917, 1959.
5. BLOUKAS, J.G.; PANERAS, E.D. Substituting olive oil for backfat effects quality of low-fat frankfurters. **Journal of Food Science**, v.58, n.4, p.705-709, 1993.
6. CLAUS, J.R.; HUNT, M.C. ; KATSNER, C.L. Effects of substituting added water for fat on the textural, sensory and processing characteristics of bologna. **Journal Muscle Foods**, v.1, p.1-21, 1989.
7. CLAUS, J.R.; HUNT, M.C. Low-fat, high added-water bologna formulated with texture-modifying ingredients. **Journal of Food Science**, v.56, n.3, p.643-647, 1991.
8. COFRADES, S.; CARBALLO, J.; JIMENEZ-COLMENERO, F. Heating rate on high-fat and low-fat frankfurters with a high content of added water. **Meat Science**, v.47, n.1/2, p.105-114, 1997.
9. DEXTER, D.R.; SOFOS, J.N.; SCHMIDT, G.R. Quality characteristics of turkey bologna formulated with carrageenan, starch, milk and soy protein. **Journal Muscle Foods**, v.4, p.207-233, 1993.
10. ELLEJKÆR, M.R.; NÆR, T, BAARDSETH, P. Milk proteins affect yield and sensory quality of cooked sausages. **Journal of Food Science**, v.61, n.3, p.660-666, 1996.
10. ENSOR, S.A.; MANDIGO, R.W.; CALKINS, C.R.; QUINT, L.N. Comparative evaluation of whey protein concentrate, soy protein isolate and calcium-reduced nonfat

- dry milk as binders in a emulsion type-sausage. **Journal of Food Science**, v.52, n.5, p.1155-1158, 1987.
11. GREGG, L. L.; CLAUS, J.R.; HACKEY, C.R.; MARRIOT, N.G. Low-fat high added water bologna from massaged minced batter. **Journal of Food Science**, v. 58, n.2, p. 259-264, 1993.
 12. HAKERMA, J. Agentes texturizadores para produtos cárneos processados. **Engenharia de Alimentos**, p.17-21, jan., 1997
 13. HAND, L.W.; HOLLINSWORTH, C.A.; MANDIGO, R.W. Effects of preblending, reduced fat and salt levels on frankfurter characteristics. **Journal of Food Science**, v.52, n.4, p.1149-1151, 1987.
 14. HULL, D.H.; ROGERS, R.W.; MARTIN, J.M. Effects of carbohydrate substitution and preblending on the properties of reduced fat-high moisture beef frankfurters. **Journal Muscle Foods**, v.3, p.323-340. 1992.
 15. KEETON, J.T. Low-fat meat products - Technological problems with processing. **Meat Science**, v.36, n.1, p.261-276, 1994.
 16. KER, Y.C.; TOLEDO, R.T. Influence of shear on consistency and gelling properties of whey protein isolate suspensions. **Journal of Food Science**, v.57, n.1, p.82-90, 1992.
 17. SAS. (1996). User`s guide. V.6.12. Statistical analysis systems Institute. Inc., Cary, NC. USA. 1996.
 18. STAT SOFT. Statistica for Windows, v.5.0. Stat Soft Inc., Tulsa. USA, 1995.
 19. SILVA, D.J. **Análise de Alimentos** (Métodos químicos e biológicos). Imprensa Universitária, U.F.V., Cap.5. Determinação da energia bruta, 166p, 1981.
 20. SYLVIA, S.F.; CLAUS, J.R.; MARRIOT, N. G.; EIGEL, W.N. Low-fat, high-moisture frankfurters: Effects of temperature and water during extended mixing. **Journal of Food Science**, v.59, n.5, p.937-940, 1994.

21. SOFOS, J.N. ; ALLEN, C.E. Effects of lean meat and levels of fat and soy protein on the properties of wiener-type products. **Journal of Food Science**, v.42, n.4, p. 875-878, 1977.
22. VILLASEÑOR, S. El uso de almidones en los productos cárneos. **CARNETEC**, p.32-34, set-oct, 1997.

Capítulo 3

AVALIAÇÃO SENSORIAL E PERFIL DE TEXTURA DE EMULSÕES DO TIPO “PÃO DE CARNE” BOVINA COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA GORDURA POR ÁGUA, AMIDO MODIFICADO E PROTEÍNAS DO SORO DE LEITE.

1 JUSTIFICATIVA

O consumo de gordura é essencial para a saúde, porém dietas ricas em gorduras, principalmente saturadas estão associadas ao aumento do risco de doenças coronarianas, obesidade, vários tipos de câncer, assim como de outros tipos de doenças. A redução no consumo de gordura reduz em 10% o risco de doenças cardíacas, e em pessoas obesas, além de auxiliar na perda de peso, o risco de contar com este tipo de doenças diminui para 20% (ADA REPORTS, 1991; STERN & HERMANN-ZAIDINS 1992; GIESE 1992; JIMENEZ-COLMENERO 1996)

A elaboração de produtos com redução do teor de gordura, deve ser acompanhado pelo aumento no teor de água adicionada. Dessa forma se reduzem os custos de produção, pela menor quantidade de carne utilizada.(CLAUS et al., 1989, 1990; GREGG et al., 1993). Por outro lado, a adição de água pode reduzir ou eliminar alterações na suculência, elasticidade, maciez, coesividade e textura dos produtos resultantes (CLAUS et al., 1989; AHMED et al., 1990; PARK et al., 1990).

CLAUS et al., (1989), investigaram os efeitos da substituição da gordura pela água nas características sensoriais de textura e de processamento em produtos alimentícios, encontrando que estes mostraram-se menos firmes, mais coesos, suculentos e escuros. Esses produtos apresentam também maiores perdas durante o cozimento e armazenamento quando comparados com produtos contendo 30% de gordura e 10% de água adicionada. Segundo CLAUS et al., (1989), os produtos com redução no teor de gordura requerem menor energia para ser comprimidos, sendo mais macios e menos fraturáveis que aqueles com 30% gordura e 10% água adicionada. Entre os tratamentos com redução no teor de gordura, não houve

diferença no total da energia gasta, para serem comprimidos, na coesividade ou na elasticidade.

O sabor dos produtos cárneos é influenciado pela quantidade e qualidade da gordura e pelo tipo de carne utilizada na elaboração dos mesmos. Quando o meio é alterado pela redução no teor de gordura, o sabor dos produtos cárneos pode ser afetado por mecanismos de interação envolvendo os componentes voláteis aromáticos, alteração nos mecanismos de geração de compostos voláteis nos quais a gordura é precursora e alterações na funcionalidade de ingredientes como o sal, condimentos e saborizantes, JIMENEZ-COLMENERO (1996).

Misturas de amidos e/ou proteínas parecem ser um meio eficaz para substituir uma maior proporção de gordura em produtos cárneos (KEETON, 1994), porém poucos estudos sistemáticos têm sido realizados para determinar as misturas mais apropriadas. Tais estudos são importantes dado que o comportamento de um ingrediente pode ser influenciado pelo outro, como também pelo meio no qual eles atuam; gordura, água, níveis de proteína e força iônica (JIMENEZ-COLMENERO et al.,(1995).

2 OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi avaliar a aceitação de produtos emulsionados, do tipo “pão de carne”, com substituição parcial da gordura por adição de água, amido de milho modificado e proteínas micro-encapsuladas do soro de leite através de análise sensorial junto a consumidores de produtos cárneos emulsionados e descrever a influência exercida por essas modificações no perfil sensorial e de textura dos produtos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

Conforme descrito no item 3.1 do capítulo 2.

3.2 Ingredientes

Conforme descrito no item 3.2 do capítulo 2.

3.3 Planejamento experimental

Conforme descrito no item 3.3 do capítulo 2.

3.4 Formulações

Conforme descrito no item 3.4 do capítulo 2.

3.5 Processamento

Conforme descrito no item 3.5 do capítulo 2.

3.6 Avaliação sensorial

A avaliação sensorial dos produtos foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da FEA/UNICAMP por um painel constituído de 42 provadores não treinados, consumidores de produtos cárneos emulsionados.

Os consumidores foram solicitados a avaliar o quanto gostavam ou desgostavam da aparência, aroma, sabor, textura e de um modo geral das formulações (aceitação global). Para a avaliação as amostras foram apresentadas em fatias de 1,0 cm de espessura, iluminadas sob luz branca, fria, expostas em pratos de fundo branco, codificados com números de 3 dígitos, protegidas por filme de polietileno e colocadas sobre balcão branco. A avaliação da aparência dos produtos foi feita expondo todas as amostras simultaneamente, a fim de melhor evidenciar as possíveis diferenças entre elas .

A avaliação do aroma, sabor, textura e aceitação global dos produtos foi feita em cabines individuais, iluminadas com luz vermelha para mascarar possíveis diferenças na aparência das amostras. As amostras foram servidas em pratos de fundo preto, codificados com números de 3 dígitos, servidas monadicamente. Os consumidores expressaram o quanto gostavam o desgostavam de cada atributo através de escala hedônica de 9 pontos na qual, 1= desgostei extremamente, 2= desgostei muito, 3= desgostei moderadamente, 4= desgostei ligeiramente, 5= nem gostei nem desgostei, 6= gostei ligeiramente, 7= gostei moderadamente, 8= gostei muito, 9= gostei extremamente. Os horários dos testes foram previamente estabelecidos, excluindo-se uma hora antes e duas horas após o almoço. Todos os consumidores avaliaram todas as amostras, sendo que em cada sessão os consumidores avaliaram 3 amostras.

O desenho experimental utilizado para controlar os efeitos de posição da amostra foi o de blocos completos balanceados conforme proposto por WAKELING & MaCFIE & (1995).

3.7 Avaliação da textura

Para fins de análise da textura (TPA) dos produtos, as amostras foram cortadas em fatias de 10 x 10 x 1cm para os testes de compressão e ruptura. Para o teste de cisalhamento, as amostras foram cortadas em cilindros 1,27 de diâmetro e 2,5 cm de comprimento.

A análise do perfil da textura foi realizado utilizando-se um texturômetro Stable Micro System Texture Analyser TA.XT2 (Texture Technologies Corp.), acoplado a um microcomputador com o software XTRA Dimension (1993). Para obter-se a medida da dureza (hardness), fraturabilidade (fracturability), gomosidade (gumminess), elasticidade (springiness), adesividade (adhesiveness), coesividade (cohesiveness) e mastigabilidade (chewiness) dos produtos; o texturômetro foi programado com célula p/25 (2,5 cm de diâmetro). A velocidade da força em compressão utilizada foi de 1,7 mm/s; a velocidade do pré-teste (compressão) de 1,7 mm/s; a velocidade do pós-teste (descompressão) de 1,7 mm/s, com peso de 25g, a distancia percorrida pelo braço do texturômetro de 5,0 mm. Esta medida foi realizada em 2 ciclos.

Para a medida da ruptura utilizou-se a célula “burger punch” (2,0 cm de diâmetro), adotando-se velocidades de compressão de 1,7 mm/s, velocidade do pré-teste (compressão) de 1,7 mm/s; velocidade do pós-teste (descompressão) de 1,7 mm/s, o peso utilizado de 25g, a distância de ruptura de 18 mm e a distancia percorrida pelo braço do texturômetro de 10,0 mm.

A medida da força de cisalhamento foi realizada utilizando-se a célula Warner-Bratzler (HDP/BS), com peso no braço de 25g, com as seguintes especificações: velocidade do pré teste foi de 2,0 mm/s; velocidade do teste (compressão) foi de 2,0 mm/s; velocidade do pós teste (descompressão) foi de 10,0mm/s; distancia de ruptura foi de 30 mm, e distância percorrida pelo braço do texturômetro de 35 mm/s.

3.8 Análise estatística dos resultados

Os resultados obtidos foram analisados através de ANOVA, teste de Tukey e Análise de Componentes Principais (SAS, 1996).

4 RESULTADOS E DISCUSÃO

Os resultados médios obtidos na avaliação sensorial dos produtos realizados pelos consumidores são apresentados na Tabela 1.

Tabela. 1.- Médias dos resultados da aceitação de oito formulações de emulsões cárneas bovinas.

Formulações ^y	Aparência pedaços	Aparência fatias	Aroma	Sabor	Textura	Aceitação global
1. (4,7/ 10/ 19/ 5)	6,03 ^b	6,15 ^b	6,68 ^a	7,15 ^a	6,75 ^a	6,96 ^a
2. (0/ 10/ 26,7/ 2)	7,21 ^a	7,18 ^a	6,62 ^a	7,00 ^a	6,78 ^a	6,96 ^a
3. (0/ 14,7/ 19/ 5)	6,09 ^b	4,68 ^c	6,56 ^a	6,75 ^a	6,40 ^a	6,53 ^a
4. (0/ 17,7/ 19/ 2)	5,43 ^b	6,56 ^{ab}	6,18 ^a	6,68 ^a	6,31 ^a	6,53 ^a
5. (5/ 12,7/ 19/ 2)	6,00 ^b	5,84 ^b	6,31 ^a	6,53 ^a	6,06 ^a	6,34 ^a
6. (1,23/ 10,94/ 22,29/ 4,23)	7,21 ^a	6,59 ^{ab}	6,46 ^a	6,90 ^a	6,25 ^a	6,62 ^a
7. (1,23/ 14,79/ 19,94/ 2,73)	5,84 ^b	6,06 ^b	6,71 ^a	7,12 ^a	7,00 ^a	7,15 ^a
8. (2/ 10/ 21,7/ 5)	5,62 ^b	6,43 ^{ab}	6,78 ^a	7,12 ^a	6,75 ^a	7,06 ^a

* ^{a b} Médias com a mesma coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si ($p < 0,05$)

^y (% Simplese/ Gordura/ Água adicionada/ Firm-Tex)

^z (1 = desgostei muitíssimo, 5 = nem gostei nem desgostei, 9 = gostei muitíssimo)

A avaliação sensorial dos produtos não detectou diferenças significativas entre as formulações ($p > 0,05$) nos atributos aroma, sabor, textura e aceitação global (Tabela 1).

As diferenças entre as formulações referem-se à aceitação da aparência; na aparência em fatias houve diferença significativa entre a formulação 2 com 10,0% gordura/2,0% amido/0,0% Simplese/26,70% água adicionada, com média de 7,18 localizada entre as categorias “gostei moderadamente” e “gostei muito”, sendo esta a maior média obtida. No sentido oposto a formulação 3 (14,7/5,0/0,0/19,0), foi a menos apreciada pelos provadores, tendo sido descrita como pálida e seca. Estas duas formulações diferiram entre si ($p < 0,05$).

Quanto ao atributo “aparência em pedaços”, a formulação 2 e a formulação 6 com 10,94/4,23/1,23/22,29 foram também melhor aceitas ($p < 0,05$), ambas diferindo das restantes ($p < 0,05$).

As diferenças na aparência acima citadas, nos sugerem que fatores como a oxidação dos pigmentos causada pela luz e pelo oxigênio, ocasionaram alterações na cor dos produtos. Outro aspecto seria a provável influência exercida pelo teor de água adicionada na aparência dos produtos que permite ao produto manter-se úmido por mais tempo, o que o torna mais atraente ao consumidor. A melhor aparência foi descrita como sendo o produto com uma cor rosada mais intensa, aspecto mais homogêneo e úmido.

O teor de proteína nas formulações situou-se entre 13,49 a 16,22% (capítulo 2). Para JIMENEZ-COLMENERO et al., (1995), o teor de proteína exerce um efeito positivo na textura e na aceitabilidade global dos produtos, sugerindo que a palatibilidade global está diretamente relacionada com o teor de proteína dos produtos.

Para MITTAL & USBORNE (1986), o sabor considerado desejável aumenta com o aumento da umidade e da fração gordura/proteína e não é influenciado pelo teor de amido modificado. O grau de aceitação dos produtos está diretamente relacionado com a intensidade de sabor a carne (HUFFMAN et. al., 1991; EGBERT et. al., 1991).

O efeito da variação do teor de gordura, amido modificado, proteína do soro de leite e água adicionada na aceitação dos produtos pelos consumidores, foi pouco significativo, a não ser para o atributo aparência. Para MITTAL & BARBUT (1993), apenas 11% de gordura no produto são suficientes para prover maciez e suculência e produzir um produto aceitável.

Os resultados na avaliação sensorial dos produtos, confirmam resultados obtidos por CLAUS et al., (1989, 1990); SYLVIA et al., (1994), no relacionado a que emulsões cárneas podem ser elaboradas com 10% de gordura, desde que a redução no teor de gordura seja acompanhada do aumento no teor de água adicionada, dessa forma podem reduzir-se ou eliminar-se alterações na suculência, elasticidade, maciez e coesividade dos produtos.

Tabela 2. Médias e os desvios padrão das medidas de dureza, fraturabilidade, ruptura e cisalhamento de emulsões cárneas bovinas.

Formulações ^y	Dureza (Kg)	Fraturabilidade (Kg)	Força de ruptura (Kg)	Cisalhamento (Kg)
1. (4,7/ 10/ 19/ 5)	4,08 ^a ± 0,16	6,98 ^a ± 0,70	2,69 ^{ab} ± 0,11	1,85 ^a ± 0,11
2. (0/ 10/ 26,7/ 2)	3,75 ^a ± 0,19	2,51 ^d ± 0,03	1,68 ^e ± 0,12	0,45 ^e ± 0,01
3. (0/ 14,7/ 19/ 5)	3,88 ^a ± 0,18	4,77 ^{b^c} ± 0,48	2,49 ^{b^{cd}} ± 0,07	0,99 ^{c^d} ± 0,02
4. (0/ 17,7/ 19/ 2)	3,67 ^a ± 0,33	4,16 ^c ± 0,17	2,78 ^a ± 0,09	1,44 ^b ± 0,15
5. (5/ 12,7/ 19/ 2)	4,57 ^a ± 0,64	4,02 ^c ± 0,40	2,39 ^{cd} ± 0,16	1,02 ^{c^d} ± 0,05
6. (1,23/ 10,94/ 22,29/ 4,23)	3,97 ^a ± 0,15	4,74 ^{b^c} ± 0,48	2,61 ^{abc} ± 0,09	0,96 ^d ± 0,03
7. (1,23/ 14,79/ 19,94/ 2,73)	5,53 ^a ± 0,22	5,53 ^b ± 0,22	1,79 ^e ± 0,05	1,03 ^{d^c} ± 0,01
8. (2/ 10/ 21,7/ 5)	4,27 ^a ± 0,16	4,27 ^c ± 0,16	2,22 ^d ± 0,06	1,20 ^c ± 0,07

^{a b c d e} Médias na mesma coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si (p < 0,05)

^y (% Simplesse/ Gordura/ Água adicionada/ Firm-Text)

Com relação ao parâmetro fraturabilidade a formulação 1 e a formulação 2 exibem características opostas, apresentando respectivamente os mais altos e mais baixos valores de fraturabilidade, força de ruptura e cisalhamento. As formulações com maior teor de amido modificado e de proteínas do soro de leite foram mais duras que aquelas com maior teor de água adicionada. Quanto à dureza não foram detectadas diferenças significativas (p > 0,05) entre as formulações.

A força de ruptura foi maior para a formulação 4 (17,7% de gordura), esta diferença é basicamente atribuída ao maior teor de gordura. Os menores valores encontrados foram para as formulações 2 e 7 estes podem ser provavelmente atribuídos à diferenças no teor de água adicionada, as restantes formulações não diferem entre si (p > 0,05). Estes resultados confirmam aqueles encontrados por CLAUS et al. (1989); BLOUKAS & PANERAS (1993), no que se refere à influência do teor de gordura na textura dos produtos.

Quanto à força de cisalhamento as formulações 1 e 2 exibem características opostas (p < 0,05). A formulação 4 exibe valores próximos a 1, esta amostra difere das duas anteriores

($p < 0,05$). Isto sugere que a redução no teor de gordura e aumento da água adicionada, resulta em produtos menos firmes.

O perfil de textura das formulações pode ser melhor caracterizado através da Análise de Componentes Principais. A ACP nos três primeiros componentes (CP's) extraiu cerca de 71% da variação entre as formulações com relação aos referidos parâmetros (Figuras 1 e 2).

Na ACP, tratamentos similares ocupam regiões próximas no espaço, enquanto que as que se diferenciam com relação aos parâmetros avaliados, ocupam regiões distintas. Desta forma as Figuras 1 e 2 mostram que as formulações avaliadas podem ser segmentadas em quatro grupos de acordo com seus perfis de textura. O primeiro grupo é formado pela formulação 1, o segundo grupo pelas formulações 3, 4, 5, 6, e 8 as quais apresentam perfis de textura similares entre si, o terceiro grupo composto pela formulação 2, e finalmente, o quarto grupo é composto pela formulação 7.

Os valores instrumentais da textura, na ACP são representados por vetores, os quais situam-se próximos às amostras onde se apresentam em maior intensidade. O tamanho e posição dos vetores, indicam que o primeiro eixo da ACP separou as formulações em função da intensidade de força de cisalhamento, fraturabilidade e ruptura; enquanto que o segundo eixo separou-as em função das suas intensidades de gomosidade, mastigabilidade e coesividade. Nesse sentido, nota-se que as formulações 3, 4, 6 e 7 mostraram baixíssima repetibilidade com relação aos atributos de gomosidade, mastigabilidade e coesividade.

Pelos motivos anteriormente expostos, a Figura 1 sugere que a formulação 1 (10,0% gordura/5,0% Firm-Tex /4,7% Simplese/19,0% água adicionada) caracteriza-se por apresentar maior intensidade de forças de cisalhamento, ruptura, fraturabilidade; enquanto a Figura 2 sugere que esta formulação mostrou também alta gomosidade. Estes resultados podem ser o resultado da presença de altos teores de amido e de proteínas do soro de leite, que auxiliam a formação de uma matriz protéica mais concentrada e forte, o aumento da gomosidade pode ser basicamente atribuído à presença do amido modificado. Resultados obtidos por SHAND et al., (1990); CHEN et al., (1993); CARBALLO et al., (1995); confirmam o fato que o amido influencia a dureza dos produtos; para ZIEGLER et al., (1987), CARBALLO et al., (1996) há uma relação direta entre o teor de amido e a dureza.

A Figura 1 mostra que a fórmula 2, caracteriza-se por apresentar menores intensidades de todos os atributos, exceto elasticidade e mastigabilidade, provavelmente devido ao maior teor de água adicionada o que conseqüentemente leva a uma maior diluição da proteína, aliado à redução no teor de amido e à ausência de Simplex; tudo isto leva à formação de uma matriz menos densa, com maior porosidade, resultando num produto mais macio, mais elástico e mastigável; o aumento no teor de água adicionada diminuem os valores de dureza e fraturabilidade. (CARBALLO et al., 1996; CHEN et al., 1993). Resultados similares têm sido relatados por CLAUS et al., (1989), (1990); CAVESTANY (1994), JIMENEZ-COLMENERO et al.,(1995).

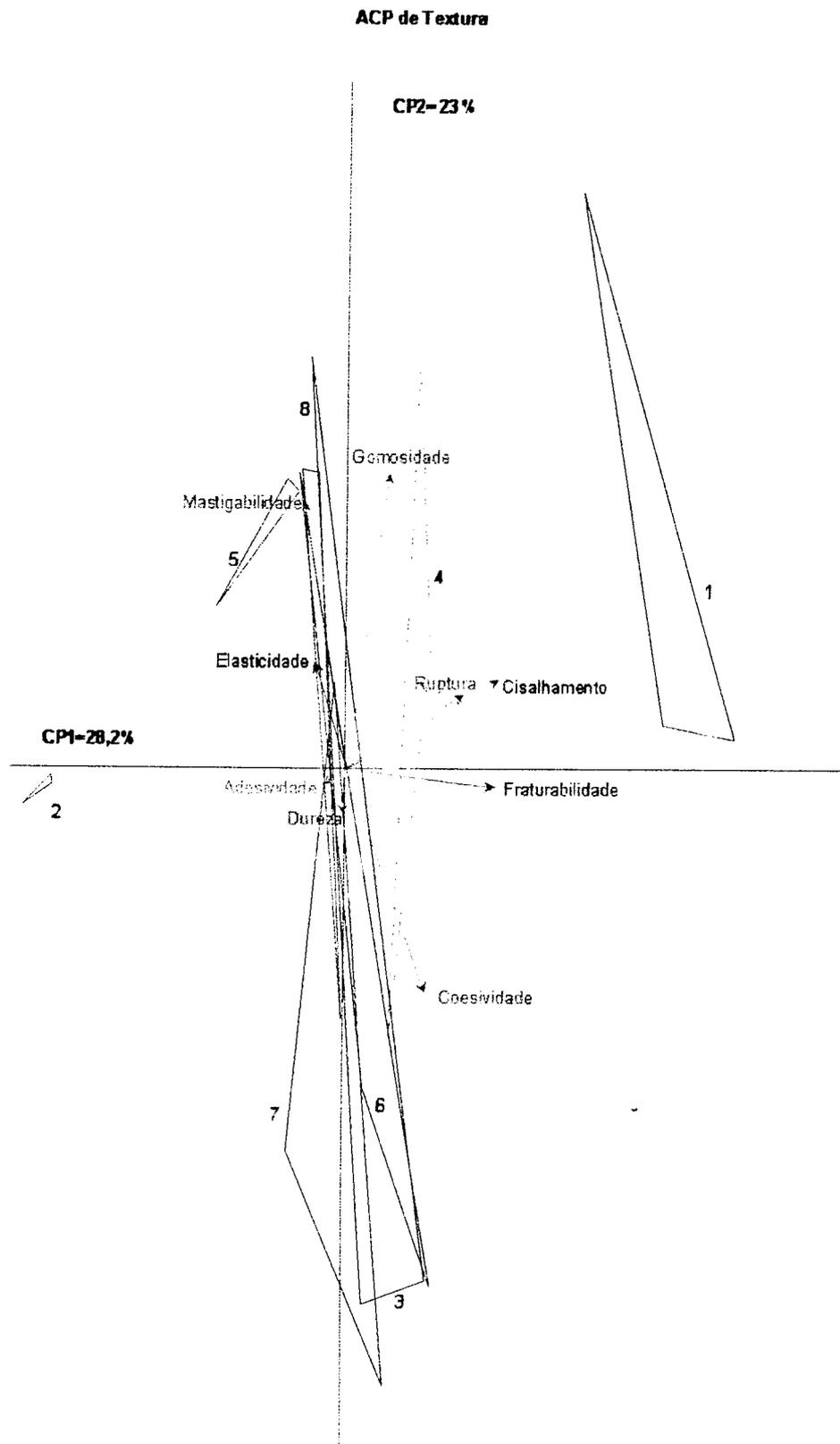


Figura- 1 Análise de Componentes Principais do perfil de textura de emulsões cárneas. Componente 1 (28,2) versus Componente 2 (23,0).

ACP de Textura

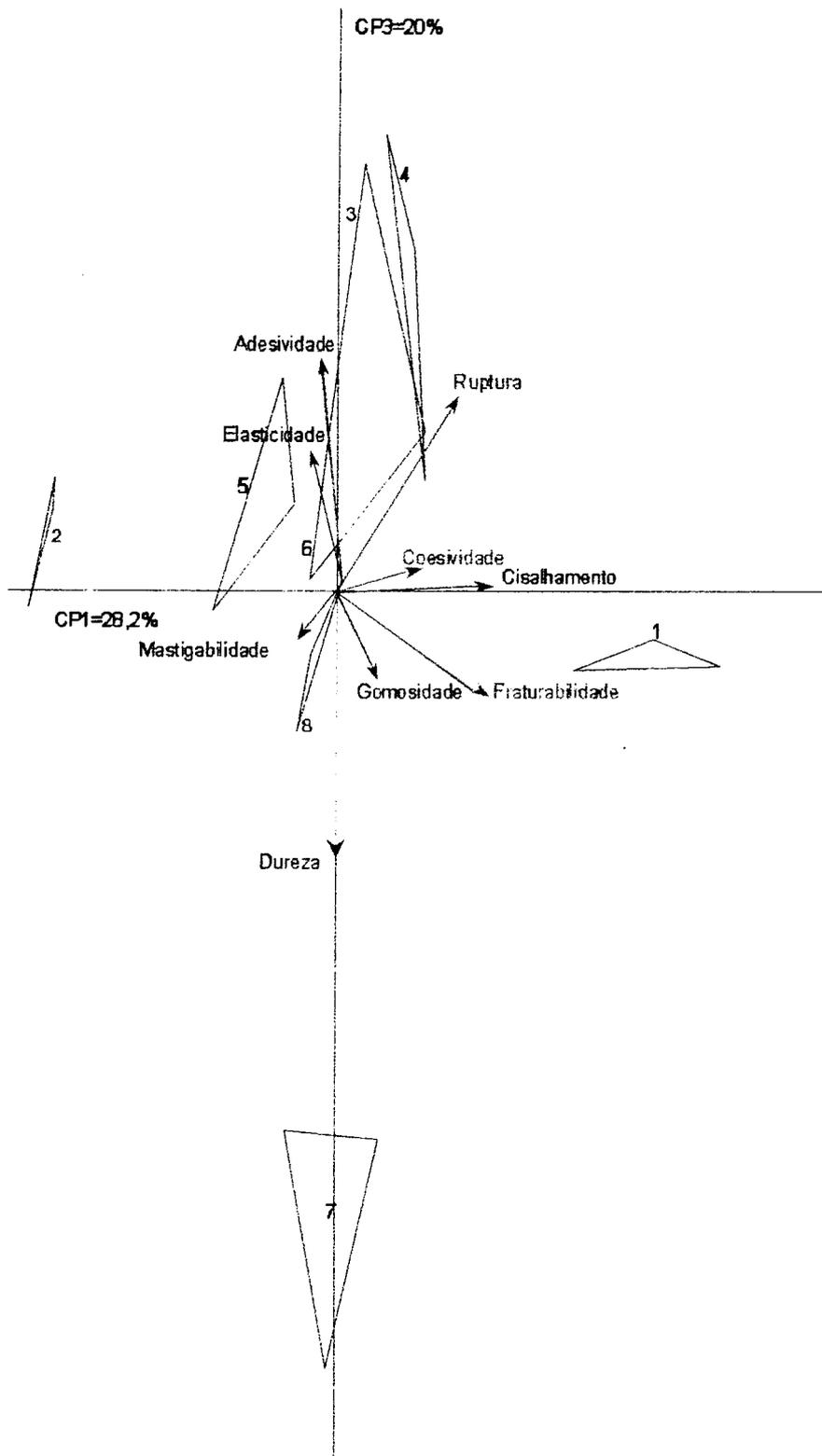


Figura- 2. Análise de Componentes Principais do perfil de textura de emulsões cárneas. Componente 1 (28,2) versus Componente 3 (20,0).

Os resultados obtidos na formulação 2, podem ser atribuídos à redução no teor de gordura e aumento no teor de água adicionada, diminuindo desse modo a concentração protéica efetiva envolvida na formação do gel/emulsão (CARBALLO et al. 1996).

JIMENEZ-COLMENERO et al., (1996) concluíram que em geral, a adição de amido diminui a elasticidade das “bolognas” (salsichão) e favorece a estabilidade durante o armazenamento.

5 CONCLUSÕES

Emulsões cárneas elaboradas com gordura entre 10,0 e 17,7%, Firm-Tex de 2,0 a 5,0%, Simplesse de 0,0 a 5,0%, e água adicionada entre 19,0 e 26,70%, processadas como “pão de carne” foram bem aceitas pela equipe de provadores, não sendo detectadas diferenças significativas na aceitabilidade dos atributos aroma, sabor, textura e aceitação global.

As diferenças encontradas no perfil de textura dos produtos (dureza, fraturabilidade, ruptura e força de cisalhamento) estão diretamente relacionadas com o aumento dos níveis de Firm-Tex e de Simplesse e com menores teores de água adicionada. No sentido oposto, a medida que se reduz o teor de gordura e se aumenta o teor de água adicionada esses valores diminuem, aumentando em contrapartida os valores de elasticidade e mastigabilidade.

Embora existam diferenças no perfil de textura das formulações, emulsões cárneas do tipo “pão de carne” bovina contendo apenas 10% de gordura, na presença de Firm-Tex e Simplesse e teores de água adicionada superiores a 19%, podem ser elaboradas sem afetar a aceitação dos produtos pelos consumidores, sendo que os produtos resultantes mostraram aceitação similar aos elaborados com maiores teores de gordura.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADA REPORTS. Position of the American Dietetic Association. **Journal of the American Dietetic Association**, v.91, n.10, p.1285-1288, 1991.
2. AHMED, P.O.; MILLER, M.F.; LYON, C.E.; VAUGHTERS, H.M.; REAGAN, J.O. Physical and sensory characteristics of low-fat fresh pork sausage processed with various levels of added water. **Journal of Food Science**, v.55, n.3, p.625-628, 1990.
3. BARBUT, S.; MITTAL, G.S. Effects of pH on physical properties of white and dark turkey meat. **Poultry Science**, v.72, n.8, p. 1557-1565. 1993.
4. BLOUKAS, J.G.; PANERAS, E.D. Substituting olive oil for backfat effects quality of low-fat frankfurters. **Journal of Food Science**, Chicago, v.58, n.4, p.705-709. 1993.3. CARBALLO, J.; MOTA, N.; BARRETO, G.; JIMENEZ-COLMENERO, F. Starch and egg white influence on properties of bologna sausage as related to fat content. **Journal of Food Science**, v.60, n.4, p.673-677, 1995.
5. 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**. v.61, n.3, p.652-55, 1996
6. CAVESTANY, M.; JIMENEZ-COLMENERO, F.; SOLAS, M.T.; CARBALLO J. incorporation of sardine surimi to bologna sausage containing different fat levels. **Meat Science**. v.38, p. 7-37, 1994
7. CHEN, J.S.; LEE, C.M.; CRAPO, C. Linear programming and response surface methodology to optimize surimi gel texture. **Journal of Food Science**, v.58, n.3, p.535-538, 1993.
8. CLAUS, J.R.; HUNT, M.C. ; KATSNER, C.L. Effects of substituting added water for fat on the textural, sensory and processing characteristics of bologna. **Journal Muscle Foods**, v.1, p. 1-21, 1989.

9. CLAUS, J.R.; HUNT, M.C.; KATSNER, C.L.; KROPF, D.H. Low-fat, high added water bologna: Effects of massaging, preblending, and time of addition of water and fat on physical and sensory characteristics. **Journal of Food Science**, v.55, n.2, p.341-345, 1990.
10. GIESE, J. Developing low-fat meat products. **Food Technology**, v.46, n.4, p.100-108, 1992.
11. GREGG, L.L; CLAUS, J.R.; HACKEY, C.R.; MARRIOT, N.G. Low-fat high added water bologna from massaged minced batter. **Journal of Food Science**, v.58, n.2, p. 259-264, 1993.
12. HUFFMAN D.L.; EGBERT, W.R.; CHIAO-MIN CHEN.; DYLEWSKI, D.P. Technology for low-fat ground beef. **Reciprocal Meat Conference Proceedings**, v.44, p.73-78, 1991.
13. JIMENEZ-COLMENERO, F.; BARRETO, G.; MOTA, N.; CARBALLO, J. Influence of protein and fat and content and cooking temperature on texture and sensory evaluation of bologna sausage. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, v.28,n.5, p.481-487, 1995.
14. JIMENEZ-COLMENERO, F. Technologies for developing low-fat meat products. Review. **Trends in Food Science & Technology**, v.7, p.41-48. 1996.
15. JIMENEZ-COLMENERO, F.; BARRETO, G.; FERNANDES, P.; CARBALLO, J. frozen storage of bologna sausages as a fat function of fat content and levels of added starch and egg white. **Meat Science**, v.42, n.3, p.325-332, 1996.
16. KEETON, J.T. Low-fat meat products - Technological problems with processing. **Meat Science**, v.36,n.1/2, p.261-76, 1994.
17. MITTAL, G.S. ; USBORNE, W.R. Meat emulsion functionality related to fat-protein ratio and select dairy and cereal products. **Meat Science**, v.18, n.1, p.1-21, 1986.
18. MITTAL, G.S. & BARBUT, S. Effects of various cellulose gums on the quality parameters of low-fat breakfast sausages. **Meat Science**, v.35, n.1, p.93-103, 1993.

19. PARK, J.; RHEE, K.S.; ZIPRIN, Y.A. Low-fat frankfurters with elevated levels of water and oleic acid. **Journal of Food Science**, v.55, p.871-872, 874. 1990.
20. SAS. (1996). User's guide. V.6.12. Statistical analysis systems Institute. Inc., Cary, NC. USA. 1996.
21. SHAND, P.J.; SCHIMIDT, G.R.; MANDIGO, R.W.; CLAUS, J.R. New technology for low-fat meat products. **Reciprocal Conference Proceedings**, v.43, p.37-52, 1990.
22. STERN, J.S.; HERMANN-ZAIDINS, M.D. Fat replacement: A new strategy for dietary change. **Journal of the American Dietetic Association**, v.92, n.1, p.91-93, 1992.
23. SYLVIA, S.F.; CLAUS, J.R.; MARRIOT, N. G.; EIGEL, W.N. Low-fat, high-moisture frankfurters: Effects of temperature and water during extended mixing. **Journal of Food Science**, v.59, n.5, p.937-940, 1994.
24. WAKELING. I.N.; MacFIE, H.J.H. Designing consumers trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, v.6, n.4, p.299-308, 1995.
25. ZIEGLER, G.R.; RIZVI, S.S.H.; ACTON, J.C. Relationship of water textural characteristics water activity and thermal conductivity of some comercial sausages. **Journal of Food Science**, v.28, n.4, p.901-905, 1987.

Capítulo 4

AMIDO MODIFICADO E PROTEÍNAS DO SORO DE LEITE EM EMULSÕES CÁRNEAS COM BAIXO TEOR DE GORDURA. EFEITOS NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

RESUMO

Avaliou-se a influência do baixo teor de gordura e alto teor de água adicionada (10% de gordura/30% de água adicionada), amido de milho ceroso quimicamente modificado (Firm-Tex[®]) e proteínas micro-encapsuladas do soro de leite (Simplese[®]), nas características físico-químicas de emulsões cárneas. O planejamento experimental utilizado foi o fatorial completo 2², com duas variáveis independentes, sendo quatro fatoriais, quatro axiais e quatro repetições do ponto central, resultando num total de 12 ensaios, conforme planejamento composto rotacional.

As perdas durante o cozimento foram influenciadas pela quantidade de proteínas do soro de leite, estas mostraram um aumento proporcional à quantidade de proteínas do soro de leite. As menores perdas registradas durante o cozimento foram para as combinações de amido modificado e proteínas do soro de leite e na formulação elaborada com 5,62% de amido modificado. A utilização isoladamente de proteínas do soro de leite, resultou no aumento significativo das perdas de peso durante o cozimento e no armazenamento. Combinações de proteínas do soro de leite de 2,0 a 3,5% e amido modificado de 2 a 5%, parecem ser suficientes para reduzir as perdas no cozimento e no armazenamento. Observou-se uma redução nas perdas durante o cozimento e no armazenamento proporcional ao aumento de amido modificado.

Palavras-chaves: Carne bovina, emulsões, amido modificado, proteínas do soro de leite, perdas.

1. INTRODUÇÃO

Altos teores de gordura são associados a doenças cardiovasculares, certos tipos de câncer, além de outros tipos de doenças. Contudo, a gordura é uma parte indispensável na dieta, provendo energia em forma concentrada e ácidos graxos essenciais, os quais são necessários sob o aspecto nutricional, e em muitos alimentos, a gordura confere textura apetitosa e a sensação de cremosidade, além de sensações relacionadas com o sabor e o aroma, que são importantes para que a refeição se torne prazerosa. Assim o desafio da indústria dos anos 90 tem consistido em desenvolver produtos “light” tão saborosos e apetitosos quanto aqueles com maior teor de gordura (RIISOM, 1991).

A gordura exerce influência considerável nas propriedades ligantes e de textura dos produtos cárneos, a redução no seu teor traz consigo alguns problemas. (SOFOS & ALLEN, 1977; HAND et. al., 1987; CLAUS et al., 1989; CLAUS et. al., 1990; CAVESTANY et al., 1994). Em um esforço para corrigir os efeitos da redução dos níveis de gordura e obter produtos aceitáveis, uma variedade de tecnologias e procedimentos tem sido testados entre os quais se incluem pré-misturas e pré-emulsificação (HAND et. al. 1987; CLAUS et. al., 1989; BISHOP et al., 1993; GREGG et. al., 1993). A incorporação de ingredientes não-cárneos também tem sido estudada (SOFOS & ALLEN 1977; FOEGEDING & RAMSEY 1986; CLAUS & HUNT 1991).

Entre os ingredientes não-cárneos potencialmente utilizáveis como substitutos de gordura estão os amidos e os concentrados protéicos do leite. Os amidos são adicionados em emulsões cárneas por conferir-lhes propriedades funcionais porém, seu efeito no sistema é influenciado pelo tipo de amido, proporção de água/amido, presença de outros compostos (lipídios) e/ou fatores ligados ao processamento (SHAND et. al., 1990; DEXTER et. al., 1993). Em sistemas alimentares nos quais outros ingredientes influenciam o total de água disponível, é possível obter-se géis com concentrado protéico de soro de leite (WPC) na faixa de 0,5 a 8,0% (LAGRANGE, 1997).

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da variação no teor de amido modificado (Firm-Tex[®] e de proteínas do soro de leite (Simplese[®]), nas propriedades físico-químicas de emulsões cárneas bovinas processadas em sistema modelo do tipo “pão de carne”, formuladas 10% de gordura e 30% de água adicionada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

Utilizou-se carne magra (4-8% de gordura), proveniente de dianteiro e a gordura de traseiro bovino. Fez-se a moagem dessas matérias-primas em moinho marca Risco com discos de 3/16 mm; o material moído foi acondicionado em sacos de polietileno e mantido sob congelamento a -25°C , até a sua utilização. Para o processamento, a matéria-prima foi retirada do congelador com 24 horas de antecedência e colocada sob refrigeração para o descongelamento. A matéria-prima cárnea foi processada a -1°C e a gordura a $+1^{\circ}\text{C}$.

2.2 Ingredientes

Os ingredientes testados foram o Firm-tex[®], amido modificado de milho ceroso, produzido pela National Starch and Chemical Company, e o Simplesse-100[®], uma proteína derivada do soro do leite microencapsuladas, produzido pela Nutra-Sweet Company. Ambos foram adicionados durante a etapa de cominuição. Utilizou-se também sal e condimentos, tripolifosfato de sódio, nitrito de sódio, e eritorbato de sódio.

2.3 Planejamento experimental

O experimento utilizado foi o fatorial completo (2^2) conforme planejamento central composto rotacional (DCCR) com 2 fatores ou variáveis independentes (BARROS NETO et al.(1995). O planejamento para dois fatores contém um mínimo de $2^n + 2n + 2$ pontos ou experimentos, onde n correspondente ao número de variáveis. Os experimentos definidos por estes pontos compreendem 2^n pontos para um modelo fatorial completo (combinando níveis de +1 e -1), dois pontos axiais ou estrela em cada eixo, com distância igual do centro a cada vértice (um com nível em $-\alpha$ e o outro em $+\alpha$) (valores mínimo e máximo), e um ou mais centrais (nível zero). O valor de alfa depende do número de pontos do modelo fatorial (F) e do número de fatores (n), sendo calculada a equação: $\alpha = (F)^{1/4} = (2^n)^{1/4}$; neste caso, com 2 variáveis $(2^2)^{1/4} = \sqrt[4]{4} = 1,41$.

Neste trabalho, o número de experimentos foi igual a 12 sendo 4 fatoriais, 4 axiais e 4 repetições do ponto central. As variáveis independentes foram a porcentagem de amido modificado (Firm-Tex[®]) e proteínas do soro de leite (Simplesse[®]). As faixas de variação entre

o limite inferior e superior de cada variável foram determinadas através de testes preliminares. Os níveis das variáveis tem seus valores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis e níveis de variação utilizados nas formulações de emulsões cárneas bovinas.

VARIÁVEIS	NÍVEIS				
	- α	-1	0	+ 1	+ α
X ₁ =Firm- <i>Tex</i> (%)	1,39	2,00	3,50	5,00	5,62
X ₂ = <i>Simplese</i> (%)	1,39	2,00	3,50	5,00	5,62

Os valores codificados e reais das duas variáveis utilizadas no planejamento estatístico dos experimentos são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Planejamento experimental para 2 variáveis independentes.

Ensaio	Valores codificados		Valores reais	
	(X ₁)	(X ₂)	Firm-Tex (%)	Simplese (%)
1	-1	-1	2,00	2,00
2	+1	-1	5,00	2,00
3	-1	+1	2,00	5,00
4	+1	+1	5,00	5,00
5	-1,41	—	1,39	0,00
6	+1,41	—	5,62	0,00
7	—	-1,41	0,00	1,39
8	—	+1,41	0,00	5,62
9	0	0	3,50	3,50
10	0	0	3,50	3,50
11	0	0	3,50	3,50
12	0	0	3,50	3,50

2.4 Cálculo das formulações

Utilizou-se o programa Excel 97 da Microsoft no cálculo das formulações.

Na tabela 3 está representada a planilha de cálculo de uma das formulações testadas.

Tabela 3. Formulação com 3,5% de Firm-Tex e 3,5% de Simplese

Matérias Primas	Uso (%)	Umid. (%)	Gord. (%)	Prot. (%)	Uso(Kg)
Bov. Diant. Acém	20,00	14,56	1,30	3,93	1,000
Bov. Peito 20%	10,00	6,32	1,95	1,63	0,500
Bov. Paleta	15,48	11,71	0,55	3,06	0,774
Bov. Músculo	3,00	2,23	0,12	0,62	0,150
Bov. Coração	2,00	1,55	0,07	0,36	0,100
Bov. Bucho	2,00	1,52	0,05	0,41	0,100
Bov. Gord. 80%	7,74	1,55	5,81	0,31	0,387
Soma	60,22	39,44	9,84	10,32	3,01
Sal, conds, aditivos	2,60	0,05	0,00	0,00	0,130
Amido	3,50	0,39	0,00	0,00	0,175
Simplese	3,50	0,14	0,16	1,87	0,175
		40,02	0,16	1,87	
Gelo	30,18	30,18	0,00	0,00	1,509
Total	100	70,20	10,00	12,20	5,00

2.5 Processamento

Os processamentos foram realizados no Laboratório de Carnes do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA/FEA/UNICAMP).

Para a elaboração da massa ("batter"), utilizou-se uma máquina universal polivalente Stephan/Geiger, modelo UMMSK-12 de acordo com o esquema de processamento mostrado na Figura 1 do capítulo 2. A massa resultante foi moldada em formas metálicas retangulares e assadas em forno elétrico pré aquecido a 150°C até atingir 72°C no centro do bloco. A seguir os produtos foram resfriados com água com gelo até 5°C e a seguir feita a pesagem para fins de cálculo das perdas durante o cozimento. Na sequência os produtos foram embalados à vácuo e armazenados em câmara fria a 4°C.

2.6 Análises físicas

2.6.1 Cálculo das perdas de peso durante o cozimento

Foram estimadas como a porcentagem das perdas durante o cozimento de acordo com CAVESTANY et al. (1994). Este resultado médio foi obtido em triplicata por tratamento. O cálculo das perdas durante o cozimento foi obtido como segue:

Perdas durante o cozimento (%) = $\text{Peso do produto antes do cozimento} / \text{Peso do produto cozido} \times 100$

2.6.2 Cálculo das perdas de peso durante o armazenamento

As perdas de peso durante o armazenamento foram medidas tomando-se três pacotes com peso aproximado de 300g por tratamento, embalados à vácuo, pesados, identificados e mantidos em câmara fria a 4°C por 25 dias. Para fins de cálculos, procedeu-se à abertura das embalagens para drenar o líquido contido nelas e a seguir foi feita a repesagem, sendo que o peso obtido foi subtraído do peso inicial e expresso em porcentagem como segue:

Perdas no armazenamento (%) = $(\text{Peso inicial do pacote} / \text{Peso final do pacote}) \times 100$

2.6.3 Determinação de cor

A medida da cor foi feita tomando-se um pedaço do produto com 5 cm de espessura por lado, de forma a conferir opacidade às amostras eliminando-se as partes expostas ao ar ambiente. Após o corte as amostras foram recobertas com papel alumínio para impedir a incidência de luz. Para tal medição foi utilizado um colorímetro Minolta CR-300 com iluminante C (luz do dia) e ângulo visual do observador de 2°. A leitura da cor foi feita em triplicata e em três posições diferentes da amostra, obtendo-se um resultado médio para cada tratamento. Utilizou-se as variáveis do sistema de cor no espaço L* a* b* conforme definido pela CIE. (Comissão Internacional de Iluminação) em 1976. Neste sistema o L* indica luminosidade, e os valores de a* e b* indicam a intensidade dos tons vermelho/verde e amarelo/azul respectivamente. A medida instrumental da cor foi feita 48 horas após o processamento.

2.6.4 Calorimetria

A energia bruta dos produtos foi determinada em bomba calorimétrica adiabática – PARR, modelo 1261 e referida como o calor liberado pela combustão da amostra, quando esta

foi completamente oxidada em ambiente contendo 25 a 30 atm de oxigênio. O calor liberado foi comparado com o padrão do ácido benzóico, o resultado é expresso em Kilocalorias (SILVA, 1981). Foram feitas duas repetições por tratamento.

2.6.5 Atividade de água

A atividade de água dos produtos foi medida em analisador Decagon, marca Aqua-Lab, modelo CX-2, Calibrado a 20°C. Foram feitas três leituras por tratamento.

2.6.6 pH

Para a determinação do pH foi utilizado um pHmetro marca SENTRON 1001, modelo 1080 pH/T ISFET probe, acoplado ao eletrodo combinado para leituras de pH na superfície da carne com sensibilidade de 0,1. O pH foi medido através da introdução do eletrodo em três diferentes pontos do produto, a leitura foi feita na emulsão crua e no produto final.

2.7 Análises químicas

As análises químicas para a umidade, proteína bruta e cinza foram realizadas no material seco de acordo com a metodologia indicada pela A.O.A.C., (1984).

2.7.1. Umidade

O teor de umidade da matéria-prima e dos produtos foi realizado pelo método gravimétrico por secagem em estufa com circulação mecânica de ar a 105°C até peso constante).

2.7.2. Proteína

A determinação do teor de proteína foi realizada pelo método Micro-Kjeldhal, sendo o teor protéico determinado multiplicando-se o teor de nitrogênio pelo fator 6,25.

2.7.3. Lipídios totais

O teor de lipídios totais da matéria-prima e dos produtos foi analisado conforme metodologia descrita por BLIGH & DYER (1959).

2.7.4. Cinza

O teor de cinza foi determinado por processo gravimétrico, após a incineração da amostra em mufla 550°C por 4 horas, seguida de resfriamento em dessecador.

Todas as análises foram feitas em triplicata.

2.8. Análise estatística

As análises dos dados para as variáveis perdas durante o cozimento e no armazenamento foram realizadas por metodologia de superfície de resposta (STAT SOFT, 1995). Os dados complementares foram analisados através ANOVA e teste de Tukey do pacote estatístico SAS (1996).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 são apresentados os resultados das perdas de peso durante o cozimento e as médias da composição centesimal.

Tabela . 4. Média dos resultados obtidos das perdas no cozimento, armazenamento e da composição centesimal de emulsões cárneas bovinas.

Formulações ^y	Perdas totais no cozimento (%)	Perdas no armazename nto (%)	Umidade (%)	Proteína (%)	Gordura (%)	Cinza (%)
1. (2/ 2) ^y	3,40	1,31	70,59	12,12	8,65	3,54
2. (5/ 2)	3,81	0,18	71,45	12,36	8,74	3,00
3. (2/ 5)	5,73	0,79	70,79	13,43	9,14	3,31
4. (5/ 5)	4,00	0,19	69,59	12,88	7,80	3,39
5. (1,39 / 0)	7,18	2,00	74,04	13,09	8,27	3,00
6. (5,62 / 0)	2,86	0,19	72,19	11,21	8,56	2,96
7. (0 / 1,39)	12,76	2,76	73,30	13,72	8,85	3,10
8. (0 / 5,62)	10,54	3,05	71,32	15,50	8,40	3,26
9. (3,5/ 3,5)	3,05	1,80	71,60	12,74	8,94	3,18
10. (3,5/ 3,5)	3,06	1,26	71, 23	13,07	8,33	3,17
11. (3,5/ 3,5)	3,18	1,17	71,15	13,09	8,64	3,17
12. (3,5/ 3,5)	2,33	1,86	71,24	12,52	8,67	3,16

^y% de amido modificado e proteínas do soro de leite respectivamente

Os dados obtidos para as variáveis perdas no cozimento e no armazenamento foram analisadas através de superfície de resposta não se obtendo equações preditivas significativas. Para a variável perdas de peso durante o cozimento $R^2 = 0,06$ ($p < 0,77$); para a variável perdas de peso durante o armazenamento $R^2 = 0,22$ ($p < 0,31$). Os dados serão explanados

através das Figuras 1 e 2.

Perdas durante o cozimento da ordem de 7,18% foram registradas para a formulação com 1,39% de amido modificado; isto sugere que esta quantidade amido não foi tão eficiente na retenção de água, quanto as quantidades maiores. Na Figura 1 observa-se que na medida que aumenta o teor de amido reduzem-se as perdas.

Os maiores perdas durante o cozimento 12,76 e 10,54% coincidem com 1,39 e 5,62% de proteínas do soro de leite respectivamente. As proteínas do soro de leite isoladamente parecem não exercer efeito significativo na retenção de água. O amido modificado mostrou-se eficaz na retenção de água, na medida que aumenta seu teor diminuem as perdas durante o cozimento (Figura 1).

ELLEJKÆR et al. (1996), relatam que as perdas durante o cozimento foram maiores quando se utiliza apenas proteína do soro de leite, e se reduzem quando a proteína é utilizada em combinação com outros ingredientes não-cárneos. Resultados similares foram encontrados por ENSOR et al., (1987). Perdas no cozimento ao redor de 3% foram obtidas nas formulações com 3,5% de amido modificado e 3,5% de proteínas do soro de leite. Este comportamento sugere que a utilização de apenas proteínas do soro de leite não foi efetivo na retenção de água, isto devido a que provavelmente não participa da formação da matriz protéica. Resultados similares foram obtidos por CHUNG & LEE (1991); HAMMER (1992), em experimentos com proteína do ovo. Para MITTAL & USBORNE (1985), as proteínas do soro de leite na forma de pó, são altamente solúveis e sob aquecimento formam géis, mas a água desses géis é facilmente removida (sinérese). Isto provavelmente explica as maiores perdas durante o cozimento observadas naquelas formulações elaboradas com unicamente proteínas do soro de leite.

Na medida em que se aumenta o teor de amido modificado, diminuem as perdas durante o cozimento, o que sugere que o importante papel que o amido modificado desempenha na captação e retenção efetiva de água no sistema, aumentando desta forma a estabilidade e promovendo um maior rendimento. O proteínas do soro de leite, por outro lado, parecem ter melhor desempenho em combinação com o amido modificado; a utilização de proteínas do soro de leite isoladamente aumentam as perdas durante o cozimento (Figura 1).

As perdas de peso durante o armazenamento (Tabela 4), seguiram o mesmo comportamento das perdas durante o cozimento. As formulações com 5 e 5,62% de amido modificado registraram as menores perdas (0,18 e 0,19%). No sentido oposto, na medida que se aumenta o teor de proteínas do soro de leite estas aumentam (Figura 2). Estas diferenças, com relação às perdas no cozimento e no armazenamento confirmam os benefícios da utilização de amido em produtos cárneos (GIESE, 1992, YACKEL & COX, 1992, KEETON, 1994, VILLASEÑOR, 1997).

A porcentagem de perdas durante o cozimento e no armazenamento foram reduzidas pela presença de amido modificado, isto também foi verificado por outros autores (DEXTER et al., 1993, CARBALLO et al., 1995). Em geral quanto maior o teor de amido menores foram as perdas durante o cozimento e no armazenamento (SHAND et al., 1990, CLAUS & HUNT 1991, DEXTER et al., 1993, CARBALLO et al. 1995).

O efeito da adição de amido em emulsões cárneas, deve ser atribuído ao fato de que o amido sob aquecimento e através da hidratação dos grânulos embebidos na matriz protéica favorece a formação de uma estrutura mais forte e densa, aumentando a capacidade da matriz protéica de ligar água resultando num produto mais firme e de estrutura mais compacta (CHEN et al., 1993).

PERDAS DE PESO DURANTE O COZIMENTO

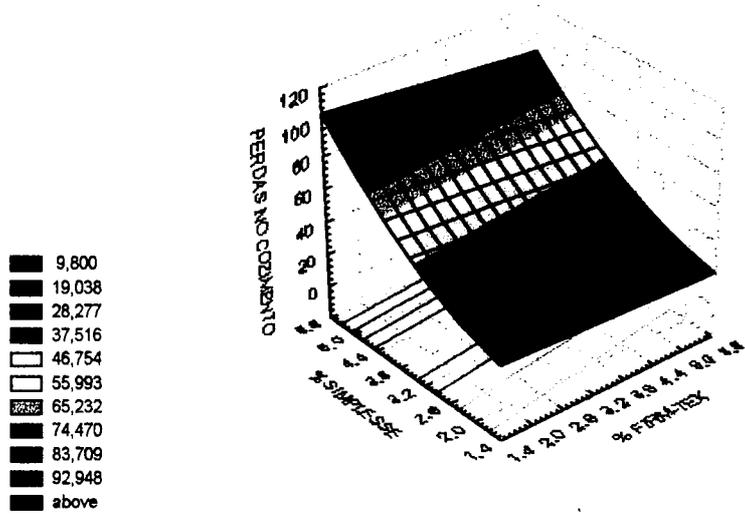


Figura 1. Influência da porcentagem de Firm-Tex e Simplese nas perdas de peso durante o cozimento

PERDAS DE PESO DURANTE O ARMAZENAMENTO

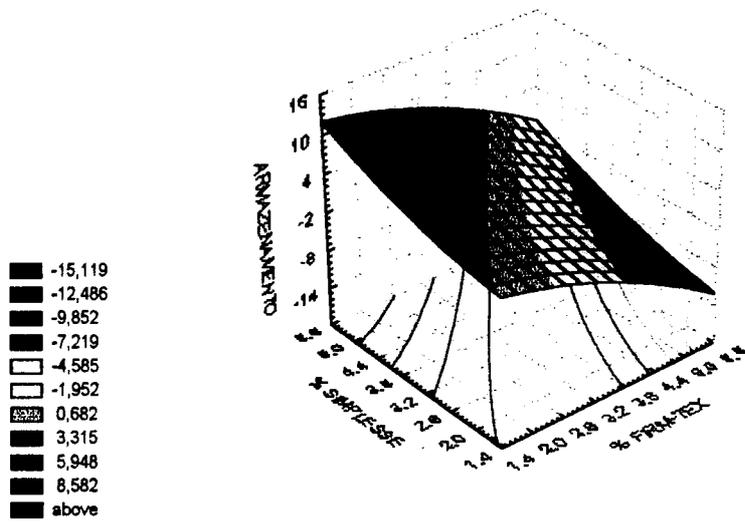


Figura 2 :Influência do Firm-Tex e do Simplese na variável perdas de peso durante o armazenamento

Embora todos os produtos tenham sido formulados com 10% de gordura e 30% de água adicionada, observam-se diferenças no teor de umidade dos produtos (Tabela 4). Os maiores valores registrados foram de 73,30 e 74,04% para a formulação com 1,39% de amido modificado ou de proteínas do soro de leite respectivamente. O menor valor de umidade encontrado foi 69,59%, este valor coincide com o maior teor (5%), tanto de amido modificado como de proteínas do soro de leite utilizados, sugerindo a efetividade da combinação de altos teores de amido e de proteínas do soro de leite na captação e retenção de água.

Os níveis de proteína se situaram entre 11,02 a 15,50%, essas diferenças podem ser basicamente atribuídas à adição de proteínas do soro de leite, desde que a proteína cárnea manteve-se basicamente constante.

O teor de gordura, situou-se entre 7,80 a 9,14%, sendo levemente menor que aquele formulado devido a erros aleatórios e à provável perda de gordura no processamento térmico; quanto ao teor de cinza, os valores oscilaram entre 2,96 e 3,54%, estes valores referem-se às formulações 1 e 6 respectivamente.

Quanto à luminosidade L^* (Tabela 5), a formulação com 2% de amido modificado e 5% de proteínas do soro de leite foi a mais clara e a formulação com 1,39% de amido foi a mais escura ($p < 0,05$), esta última também exibiu menores valores de a^* (vermelho) e maiores valores de b^* (amarelo) ($p < 0,05$). Quanto à intensidade do amarelo, a formulação com 5% de amido e 5% de Simplesse se apresentou mais amarela ($p < 0,05$). Desta forma pode-se observar que tanto o Firm-TEX como o Simplesse influenciaram os parâmetros de cor; a maior ou menor influência dependerá em boa parte da quantidade de cada ingrediente utilizado. Para BAARDSETH et al., (1992), o efeito do tipo e da concentração dos ingredientes influenciaram a cor dos produtos.

As médias e os desvios padrão dos parâmetros L^* , a^* e b^* de emulsões cárneas bovinas são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Médias e os desvios padrão dos parâmetros L*, a* e b* de emulsões cárneas bovinas.

Formulações ^y	L*	a*	b*
1. (2/ 2) ^y	49,31 ^{bcd e} ± 0,42	13,80 ^{abc} ± 0,36	7,62 ^c ± 0,13
2. (5/ 2)	49,87 ^{bcd} ± 0,70	13,65 ^{abcd} ± 0,27	8,05 ^{abc} ± 0,31
3. (2/ 5)	52,01 ^a ± 1,03	13,00 ^d ± 0,49	8,24 ^{ab} ± 0,27
4. (5/ 5)	50,86 ^{ab} ± 0,22	13,15 ^{cd} ± 0,04	8,51 ^a ± 0,18
5. (1,39 / 0)	46,89 ^f ± 0,30	14,24 ^a ± 0,37	6,94 ^d ± 0,16
6. (5,62 / 0)	47,75 ^{ef} ± 0,70	14,19 ^{ab} ± 0,07	7,65 ^c ± 0,21
7. (0 / 1,39)	50,87 ^{ab} ± 0,22	13,78 ^{abc} ± 0,30	7,81 ^{bc} ± 0,36
8. (0 / 5,62)	49,20 ^{cd e} ± 0,69	14,28 ^a ± 0,41	8,21 ^{ab} ± 0,17
9. (3,5/ 3,5)	48,88 ^{de} ± 0,10	13,79 ^{abc} ± 0,13	8,09 ^{abc} ± 0,08
10. (3,5/ 3,5)	50,79 ^{abc} ± 0,12	13,17 ^{cd} ± 0,22	8,24 ^{ab} ± 0,23
11. (3,5/ 3,5)	50,45 ^{abcd} ± 0,43	13,40 ^{cd} ± 0,14	8,30 ^{ab} ± 0,32
12. (3,5/ 3,5)	50,43 ^{abcd} ± 0,11	13,55 ^{bcd} ± 0,01	8,30 ^{ab} ± 0,15

^{a-b-c-d-e-f} Médias na mesma coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si (p <0,05)

^y% de amido modificado e proteínas do soro de leite respectivamente

Quanto aos valores de pH, as proteínas do soro de leite exibiram uma correlação razoavelmente alta (0,60) e positiva com os valores de pH. Para CLAUS et al. (1989) e CLAUS & HUNT (1991), certos processos tecnológicos e a incorporação de ingredientes não-cárneos podem causar alterações nos valores de pH.

As médias e desvio padrão dos resultados de pH, energia e atividade de água estão apresentados na Tabela 6.

Tabela . 6 Médias e desvio padrão dos resultados de pH, energia e atividade de água de emulsões cárneas bovinas.

Formulações	pH produto	Atividade de água (Aw)	kcal
1. (2/ 2)	6,08 ^{e f g} ±0,02	0,979 ^{a b} ±0,01	171,66 ^a ±0,54
2. (5/ 2)	6,07 ^{f g} ±0,00	0,977 ^b ±0,02	161,91 ^{c d e} ±0,74
3. (2/ 5)	6,12 ^{b c d} ±0,01	0,976 ^b ±0,02	170,68 ^{a b} ±0,53
4. (5/ 5)	6,15 ^{a b} ±0,01	0,978 ^{a b} ±0,02	170,83 ^{a b} ±0,18
5. (1,39 Amido)	6,05 ^g ±0,01	0,980 ^{a b} ±0,02	154,43 ^f ±0,11
6. (5,62 Amido)	6,04 ^g ±0,01	0,980 ^{a b} ±0,02	160,00 ^{d e} ±0,64
7. (1,39 Simplesse)	6,10 ^{c d e} ±0,01	0,983 ^a ±0,02	158,81 ^{e f} ±2,96
8. (5,62 Simplesse)	6,18 ^a ±0,01	0,978 ^{a b} ±0,01	166,54 ^{b c} ±2,26
9. (3,5/ 3,5)	6,13 ^{b c} ±0,03	0,979 ^{a b} ±0,01	161,58 ^{c d e} ±0,55
10. (3,5/ 3,5)	6,10 ^{d e f} ±0,01	0,980 ^a ±0,00	164,13 ^{c d} ±0,17
11. (3,5/ 3,5)	6,11 ^{c d} ±0,02	0,978 ^{a b} ±0,01	164,89 ^{c d} ±0,28
12. (3,5/ 3,5)	6,13 ^{b c d} ±0,01	0,979 ^{a b} ±0,01	162,91 ^{c d e} ±1,06

^y% de amido modificado e proteínas do soro de leite respectivamente

* ^{a b c d e f} Médias na mesma coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si (p < 0,05)

Quanto à atividade de água (Tabela 6), o maior valor registrado (0,983) foi para a formulação 7 (1,39% de Simplesse) e as menores (0,976-0,977) foram registradas nas formulações 2 e 3 com 5% de amido modificado e 2% de proteínas do soro de leite e vice-versa, sendo que existe uma diferença significativa (p < 0,05) entre a formulação 7 e as formulações 2 e 3, porém estas não diferiram (p > 0,05) das demais, as quais também não diferem entre si. A atividade de água foi maior para aquelas elaboradas com menores

quantidades de amido modificado e proteínas do soro de leite, mas as diferenças não foram significativas.

4. CONCLUSÕES

Os principais problemas associados com produtos nos quais o teor de gordura é reduzido pelo aumento no teor de água adicionada, têm a ver com as perdas excessivas no cozimento e no armazenamento. O amido modificado (Firm-Tex) participou eficientemente na retenção de água, diminuindo as perdas durante o cozimento e no armazenamento.

A utilização de apenas proteínas do soro de leite resultou no aumento das perdas no cozimento e no armazenamento. As proteínas do soro de leite (Simplese) atuam melhor em combinação com o amido modificado; 3,5% de amido modificado e 3,5% de proteínas do soro de leite registraram perdas no cozimento ao redor de 3%. A porcentagem de proteínas do soro de leite influenciou os valores de proteína, os quais estão relacionados diretamente com as perdas no cozimento e com os valores de pH.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 14 ed. 1984. 1141p.
2. BAARDSETH, P.; NAES, T. MIELNIK, J.; SKREDE, G; HOLLAND, S.; EIDE, O. Dairy ingredients effects on sausage sensory properties studied by principal component analysis. **Journal of Food Science**. v.57, n. 4. P.822-828. 1992.
3. BARROS NETO, B. ; SCARMINIO, I.S; BRUNS, R.E. **Planejamento e otimização de experimentos**., Ed. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 1995. 299p.
4. BISHOP, D.J.; OLSON, D.G.; KNIPE, C.L. Pre-emulsified corn oil, pork fat or added moisture affect of quality of reduced fat bologna quality. **Journal of Food Science**, v.58, n.3, p. 484-487. 1993.

5. BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canada Journal Biochemistry Physiological**, v.37, p. 911-917, 1959.
6. CARBALLO, J.; MOTA, N.; BARRETO, G.; JIMENEZ-COLMENERO, F. Starch and egg white influence on properties of bologna sausage as related to fat content. **Journal of Food Science**, v.60, n.4, p.673-677. 1995.
7. CAVESTANY, M.; JIMENEZ-COLMENERO, F.; SOLAS, M.T.; CARBALLO, J. Incorporation of sardine surimi in bologna sausage containing different fat levels. **Meat Science**, v.38, n.1, p. 27-37, 1994.
8. CHEN, J.S.; LEE, C.M.; CRAPO, C. Linear programming and response surface methodology to optimize surimi gel texture. **Journal of Food Science**, v.58, n.3, p.535-538. 1993.
9. CHUNG, K.H. ; LEE, C.M. Water binding and ingredient dispersion pattern effect on surimi gel texture. **Journal of Food Science**, v.56, p.1263,1266, 1991.
10. CLAUS, J.R.; HUNT, M.C. ; KATSNER, C.L. Effects of substituting added water for fat on the textural, sensory and processing characteristics of bologna. **Journal Muscle Foods**, v.1, p.1-21, 1989.
11. CLAUS, J.R.; HUNT, M.C.; KATSNER, C.L.; KROPF, D.H. Low-fat, high added water bologna: effects of massaging, preblending, and time of addition of water and fat on physical and sensory characteristics. **Journal of Food Science**, v.55, n.2, p.338-341, 1990.
12. CLAUS, J.R.; HUNT, M.C. Low-fat, high added-water bologna formulated with texture-modifying ingredients. **Journal of Food Science**, v.56, n.3, p.643-647, 1991.
13. DEXTER, D.R.; SOFOS, J.N.; SCHMIDT, G.R. Quality characteristics of turkey bologna formulated with carrageenan, starch, milk and soy protein. **Journal Muscle Foods**, v. 4, p.207-233, 1993.
14. ELLEJKÆR, M.R.; NÆR, T, BAARDSETH, P. Milk proteins affect yield and sensory quality of coked sausages. **Journal of Food Science**, v.61, n.3, p.660-666, 1996.

15. ENSOR, S.A.; MANDIGO, R.W.; CALKINS, C.R.; QUINT, L.N. Comparative evaluation of whey protein concentrate, soy protein isolate and calcium-reduced nonfat dry milk as binders in a emulsion type-sausage. **Journal of Food Science**, v.52, n.5, p.1155-1158, 1987.
16. FOEGEDING, E.A.; RAMSEY, S.R. Effects of gums of low-fat meat batters. **Journal of Food Science**, v.51, n.1, p. 33-36. 1986.
17. GIESE, J. Developing low-fat meat products. **Food Technology**, v.46, n.4, p.100-8, 1992.
18. GREGG, L. L.; CLAUS, J.R.; HACKEY, C.R.; MARRIOT, N.G. Low-fat high added water bologna from massaged minced batter. **Journal of Food Science**, v. 58, n.2, p. 259-264, 1993.
19. HAMMER, G.F. Sustancias aditivas y aditivos. In: **Tecnología de los Embutidos Escaldados**, Acríbia, cap. 5, p.83-106, 1992.
20. HAND, L.W.; HOLLINSWORTH, C.A.; MANDIGO, R.W. Effects of preblending, reduced fat and salt levels on frankfurter characteristics. **Journal of Food Science**, v.52, n.4, p.1149-1151, 1987.
21. KEETON, J.T. Low-fat meat products - Technological problems with processing. **Meat Science**, v.36, n.1, p.261-276, 1994.
22. LAGRANGE, V. Recents developments and novels applications of U.S. milk whey protein. In: **Seminário Internacional- Tópicos Especiais em Ciência e Tecnologia de Proteínas**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, p.67-74, 1997.
23. MITTAL, G.S.; USBORNE, W.R. Meat emulsion extenders. **Food Technology**, v.34, n.4, p.121-30. 1985.
24. RIISOM, T. Milk protein as fat replacers. **Scandinavian Dairy Information**, v.4, p.28-29, 1991.
25. SAS. (1996). User's guide. V.6.12. Statistical analysis systems Institute. Inc., Cary, NC. USA. 1996.

26. SHAND, P.J.; SCHIMIDT, G.R.; MANDIGO, R.W.; CLAUS, J.R. New technology for low-fat meat products. **Reciprocal Conference Proceedings**, v.43, p.37-52. 1990.
27. SILVA, D.J. *Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)*. Imprensa universitária, U.F.V., Cap.5. Determinação da energia bruta, 166p, 1981.
28. SOFOS, J.N. ; ALLEN, C.E. Effects of lean meat and levels of fat and soy protein on the properties of wiener-type products. **Journal of Food Science**, v.42, n.4, p. 875-878, 1977.
29. STAT SOFT. *Statistica for Windows*, v.5.0. Stat Soft Inc., Tulsa. USA, 1995.
30. VILLASEÑOR, S. El uso de almidones en los productos cárneos. **CARNETEC**, p.32-34; set-oct, 1997.
31. YACKEL, W.C.; COX, C. Application of starch-based fat replacers. **Food Technology**, v.46, n.6, p.143-144, 1992.

Capítulo 5

EFEITO DO AMIDO MODIFICADO E DAS PROTEÍNAS DE SORO DE LEITE NA ACEITAÇÃO SENSORIAL E NO PERFIL DE TEXTURA DE EMULSÕES CÁRNEAS COM BAIXO TEOR DE GORDURA

RESUMO

O objetivo deste estudo foi a avaliação sensorial e do perfil de textura de emulsões cárneas elaboradas com 10% de gordura e 30% de água, amido de milho ceroso quimicamente modificado (Firm-Tex[®]) e proteínas micro-encapsuladas do soro de leite (Simplese[®]). O planejamento experimental utilizado foi o fatorial completo 2² conforme planejamento composto rotacional totalizando 12 ensaios, sendo 4 fatoriais, 4 axiais e 4 repetições do ponto central. Não foram detectadas diferenças entre as formulações para os atributos aroma e sabor ($p > 0,05$). Quanto aos parâmetros aparência e textura, a formulação com 5,62% de amido foi a que obteve a maior média (7,09) localizando-se na região do “gostei moderadamente”, sendo descrita como um produto com uma cor rosada mais intensa, aspecto homogêneo e textura firme. No sentido oposto a formulação 8 com 5,62 de proteínas do soro de leite foi a menos apreciada, sendo descrita como um produto de aparência pálida, textura seca e “esponjosa”. No atributo aceitação global a formulação com 5,62% de proteínas do soro de leite obteve a menor média (6,38); a formulação com 2% de amido modificado e 5% de proteína do soro de leite, obteve a maior média (6,95), estas formulações localizaram suas médias próximas à região do “gostei moderadamente, diferindo entre si ($p < 0,05$), porém não diferirem das demais formulações ($p > 0,05$).

Nas medidas físicas de textura, a formulação 8 com 1,39% proteína do soro de leite, apresentou os menores valores para a maioria dos atributos avaliados exceto para a força de ruptura. Pode-se dizer de uma maneira geral que na medida em que se aumenta o teor de amido modificado, aumentam os valores de dureza, gomosidade, mastigabilidade e fraturabilidade. Misturas de Firm-Tex e Simplese parecem ser a melhor opção para substituir uma maior porção de gordura, obtendo-se produtos com qualidade sensorial aceitáveis.

Palavras-chaves: amido modificado, proteínas do soro de leite, carne, emulsão avaliação sensorial, textura.

1 INTRODUÇÃO

A redução no teor de gordura em carnes processadas não é um conceito novo, no entanto, na indústria de embutidos emulsionados como as salsichas, ainda são poucas as alternativas oferecidas ao consumidor. A principal razão disto, é a influência exercida pela gordura nas propriedades sensoriais como a maciez, suculência e nos custos de produção.

A redução no teor de gordura em carnes processadas pode seguir dois princípios básicos: o primeiro é a utilização de carnes magras, que encarece os custos; o segundo princípio é por um efeito diluição de ingredientes hipocalóricos em água. O efeito de diluição exercido pela adição de água, somente é válido se esta não for perdida durante o processamento. Por outro lado, a água adicionada pode ocasionar a diluição da proteína e consequentemente produtos pouco firmes (CLAUS et al., 1989; JIMENEZ-COLMENERO, 1996). Segundo CLAUS et al.(1989), em 1988, a legislação foi modificada para que em carnes processadas seja feita a substituição de gordura por água adicionada, desde que a soma de água adicionada e gordura não exceda 40% da formulação.

A redução do teor de gordura em emulsões cárneas é geralmente acompanhada pelo aumento no teor de água adicionada; este tipo de alteração no sistema afeta a textura, assim como as propriedades de ligação e a cor dos produtos (HAND et al., 1990; CLAUS & HUNT, 1991; CAVESTANY et al., 1994). A redução no teor de gordura sem o conseqüente aumento no teor de água adicionada, resulta em maiores custos pela utilização de uma maior quantidade de carne magra. Quando a gordura é substituída pela água, as perdas de peso durante o cozimento e no armazenamento tendem a aumentar (CLAUS et al., 1989, 1990; GREGG et al., 1993), mas as características de suculência, elasticidade, coesividade e textura dos produtos cárneos processados podem ser preservadas (CLAUS et al., 1989; AHMED et al., 1990; PARK et al., 1990).

Diversos ingredientes não-cárneos têm sido testados na tentativa de elaborar produtos com teores de gordura aceitáveis (SHAND et al., 1990; CLAUS & HUNT, 1991). Entre os ingredientes não-cárneos potencialmente úteis utilizados para este propósito estão o amido e

as proteínas do soro do leite. O amido modificado de milho ceroso, afeta a textura e as propriedades de ligação em salsichas com diferentes teores de gordura, enquanto as proteínas afetam somente a textura (CARBALLO et al., 1995).

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do amido modificado (Fim-Tex[®]) e da proteína do soro de leite (Simplese[®]), na aceitação e no perfil de textura de emulsões cárneas com baixo teor de gordura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

Conforme descrito no item 2.1 do capítulo 4

2.2 Ingredientes

Conforme descrito no item 2.2 do capítulo 4

2.3 Planejamento experimental

O planejamento experimental foi realizado conforme descrito no item 2.3 do capítulo 4.

2.4 Formulações

Conforme descrito no item 2.4 do capítulo 4

2.5 Processamento

Conforme descrito no item 2.5 do capítulo 4

2.6 Avaliação sensorial

A avaliação sensorial dos produtos foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da FEA/UNICAMP por um painel constituído de 42 provadores, consumidores de produtos cárneos emulsionados.

Foram avaliados sensorialmente a aceitação dos atributos de aparência, aroma, sabor, textura e aceitação global dos produtos. Para a avaliação da aparência, as amostras foram

apresentadas em fatias de 1,0 cm de espessura, iluminadas sob luz fluorescente, servidas em pratos de fundo branco, codificados com números de 3 dígitos, protegidas por filme de polietileno e colocadas sobre balcão branco. A avaliação da aparência dos produtos foi feita expondo todas as amostras simultaneamente, a fim de estabelecer possíveis diferenças entre elas .

A avaliação da aceitação do aroma, sabor, textura e aceitação global dos produtos foi feita em cabines individuais, iluminadas com luz vermelha para mascarar possíveis diferenças na aparência das amostras. Para essa avaliação, as amostras foram servidas em pratos de fundo preto, codificados com números de 3 dígitos, servidas monadicamente. A aceitação de cada atributo foi avaliada através de escalas hedônicas de 9 pontos onde 1= desgostei extremamente, 2= desgostei muito, 3= desgostei moderadamente, 4= desgostei ligeiramente, 5= nem gostei nem desgostei, 6= gostei ligeiramente, 7= gostei moderadamente, 8= gostei muito, 9= gostei extremamente. Os horários dos testes foram previamente estabelecidos, excluindo-se uma hora antes e duas horas após o almoço.

O desenho experimental utilizado para análise sensorial foi o de blocos completos balanceados com relação aos efeitos posição das amostra e contraste, conforme proposto por MaCFIE & BRATCHELL (1989).

2.7 Avaliação da textura

Para fins de análise do perfil instrumental de textura (TPA) dos produtos, as amostras foram cortadas em fatias de 10 x 10 x 1cm para os testes de compressão e ruptura. Para o teste de cisalhamento, as amostras foram cortadas em cilindros 1,27 de diâmetro e 2,5 cm de comprimento.

A análise do perfil da textura foi realizado utilizando-se um texturômetro Stable Micro System Texture Analyser TA.XT2 (Texture Technologies Corp.), acoplado a um microcomputador com o software XTRA Dimension (1993). Para obter a medida da dureza (hardness), fraturabilidade (fracturability), gomosidade (gumminess), elasticidade (springiness) adesividade (adhesiveness), coesividade (cohesiveness), mastigabilidade (chewiness) dos produtos; o texturômetro foi programado com célula p/25 (2,5 cm de diâmetro), a velocidade da força em compressão utilizada de 1,7 mm/s; a velocidade do pré-teste (compressão) de 1,7 mm/s; a velocidade do pós-teste (descompressão) de 1,7 mm/s; a

pressão utilizada foi de 25g, a distância a ser percorrida pelo braço do texturômetro de 5,0 mm, em 2 ciclos de compressão.

Para a medida da ruptura utilizou-se a célula “burger punch” (2,0 cm de diâmetro), adotando-se velocidades de compressão de 1,7 mm/s, velocidade do pré-teste (compressão) de 1,7 mm/s; velocidade do pós-teste (descompressão) de 1,7 mm/s, a pressão utilizada foi de 25g; a distancia a ser percorrida pelo braço do texturômetro de 18 mm; e a distancia de ruptura 10,0 mm.

A medida de cisalhamento foi realizada utilizando-se a célula Warner-Bratzler (HDP/BS), a pressão utilizada foi de 25g, com as seguintes especificações: velocidade do pré teste foi de 2,0 mm/s; velocidade do teste (compressão) foi 2,0 mm/s; velocidade do pós teste (descompressão) foi de 10,0mm/s, e distância total percorrida pelo braço do texturômetro de 35 mm/ e a distancia de ruptura foi de 30 mm.

2.8 Análise estatística dos resultados

Os dados obtidos foram analisados através de ANOVA, teste de Tukey e Análise de Componentes Principais (SAS, 1996).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se obtendo equações preditivas, não foi possível analisar os dados através de metodologia de superfície de resposta, pelo que optou-se por analisar os dados por ANOVA, teste de Tukey e Análise de Componentes Principais (ACP) (SAS 1996).

A avaliação sensorial dos produtos não detectou diferenças entre as formulações para os atributos aroma e sabor ($p > 0,05$) (Tabela 1). As médias das notas obtidas situaram-se próximas à região do “gostei moderadamente” da escala hedônica.

A aceitação da aparência segmentou as formulações em 3 diferentes grupos. A formulação com 5,62% de amido modificado obteve a maior média (7,09) situando-se na região do “gostei moderadamente”, sendo o produto descrito como possuindo uma cor rosada mais intensa, aspecto mais homogêneo e firme. No sentido oposto, a formulação com 5,62% de proteínas do soro de leite obteve a menor média (4,57) localizada na região do “desgostei ligeiramente, segundo os provadores esta formulação era visivelmente pálida, seca e esponjosa. Do exposto anteriormente pode-se concluir que a utilização de altos teores de proteínas do soro de leite diminuem a capacidade de retenção de água dos produtos, ocasionando alterações na aparência dos produtos que os torna menos apreciados pelos consumidores.

As médias dos resultados obtidos da avaliação sensorial são apresentados na Tabela

1.

Tabela 1. Médias dos resultados da avaliação sensorial de emulsões cárneas

Formulações ^y	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Aceitação Global
1. (2/2)	6,30 ^{b c d e}	6,80 ^a	7,04 ^a	6,83 ^{a b}	6,90 ^{a b}
2. (5/2)	6,95 ^{a b}	6,59 ^a	6,57 ^a	6,71 ^{a b c}	6,80 ^{a b}
3. (2/5)	5,64 ^e	6,78 ^a	7,09 ^a	6,95 ^a	7,14 ^a
4. (5/5)	6,71 ^{a b c}	6,54 ^a	6,73 ^a	6,97 ^a	6,69 ^{a b}
5. (1,39/0)	6,19 ^{b c d e}	6,35 ^a	6,69 ^a	6,54 ^{a b c}	6,52 ^{a b}
6. (5,62/0)	7,09 ^a	6,59 ^a	6,78 ^a	6,59 ^{a b c}	6,88 ^{a b}
7. (0/1,39)	6,40 ^{a b c d e}	7,02 ^a	7,00 ^a	6,09 ^{b c}	6,71 ^{a b}
8. (0/5,62)	4,57 ^f	6,69 ^a	6,88 ^a	5,97 ^c	6,38 ^b
9. (3,5/3,5)	6,57 ^{a b c d}	6,61 ^a	7,00 ^a	6,90 ^a	6,97 ^{a b}
10. (3,5/3,5)	5,85 ^{a d}	6,45 ^a	6,83 ^a	6,90 ^a	7,02 ^{a b}
11. (3,5/3,5)	5,71 ^e	6,80 ^a	7,04 ^a	6,95 ^a	6,90 ^{a b}
12. (3,5/3,5)	6,11 ^{c d e}	6,85 ^a	7,02 ^a	6,95 ^a	6,88 ^{a b}

* a b c d e f Médias na mesma coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si (p < 0,05)

^y (% de Amido modificado/ % de proteína do soro de leite)

^z (1= desgostei muitíssimo, 5 = nem gostei nem desgostei, 9 = gostei muitíssimo)

Na avaliação da aceitação do aroma e ao sabor não foram detectadas diferenças significativas entre as formulações ($p > 0,05$).

Quanto à aceitação da textura verificamos que a menor média (5,97) foi para a formulação com 5,62% de proteínas do soro de leite, sendo esta formulação a menos apreciada pelos provadores que localizam sua média próxima à região do “gostei ligeiramente”. Os provadores descrevem esta formulação como sendo “borrachenta”. As formulações com 2% de amido / 5% de proteínas do soro de leite, 5% de amido modificado / 5% de proteínas do soro de leite e as formulações com 3,5% amido modificado e 3,5% de proteínas do soro de leite, obtiveram as maiores médias (6,90 a 6,97) localizando-se suas médias próximas à região do “gostei moderadamente”. Estas amostras não diferem entre si ($p > 0,05$), entanto diferem das demais ($p < 0,05$). Estes resultados confirmam os encontrados por CARBALLO et al. (1995), quando concluem que os ingredientes não-cárneos à base de proteínas afetam a textura dos produtos.

No parâmetro aceitação global, novamente a formulação com 5,62% de proteínas do soro de leite foi a menos apreciada pelos provadores localizando sua média (5,97) próxima à região do “gostei ligeiramente”. No sentido oposto, a formulação com 2% de amido modificado e 5% de proteínas do soro de leite obteve a maior média (7,14) localizando-se na região do “gostei moderadamente”. Estas formulações diferiram entre si ($p < 0,05$), porém não diferiram das demais ($p > 0,05$).

As médias dos resultados das medidas físicas de textura são apresentados na Tabela 2.

Quanto às medidas instrumentais de textura na Tabela 2 verificamos que os maiores valores de dureza (5,77 –5,96) coincidem com os maiores teores de amido modificado na formulação. A formulação com 5,62% de proteínas do soro de leite exibiu valores de dureza de 4,77 e aquela com 1,39% de proteínas do soro de leite exibiu os menores valores de dureza (2,87). Estas formulações diferem entre si ($p < 0,05$) porém não diferem das outras ($p > 0,05$).

Tabela 2. Médias dos resultados de dureza, fraturabilidade, força de ruptura e cisalhamento, coesividade, gomosidade e mastigabilidade de emulsões cárneas.

Formulações ^y	Dureza (kg)	Fraturabilidade (kg)	Força de ruptura (kg)	Cisalhamento (kg)	Coesividade	Gomosidade.	Mastigabilidade
1. (2/2)	4,14 ^{bcde} ± 0,16	4,14 ^{cde} ± 0,16	2,13 ^c ± 0,13	0,75 ^a ± 0,08	0,97 ^b ± 0,02	3,91 ^{bc} ± 0,23	4,04 ^b ± 0,24
2. (5/2)	5,96 ^a ± 0,51	5,53 ^{ab} ± 0,53	1,80 ^c ± 0,08	0,63 ^{abc} ± 0,04	0,85 ^b ± 0,03	4,92 ^a ± 0,25	5,03 ^a ± 0,09
3. (2/5)	4,08 ^{bcde} ± 0,15	4,08 ^{cde f} ± 0,15	1,80 ^c ± 0,16	0,67 ^{ab} ± 0,01	0,97 ^b ± 0,02	3,50 ^{bcd} ± 0,25	3,91 ^{bc} ± 0,09
4. (5/5)	4,46 ^{bc} ± 0,20	4,39 ^{cd} ± 0,08	1,75 ^c ± 0,10	0,58 ^{bcd} ± 0,02	0,89 ^b ± 0,05	3,87 ^{bcd} ± 0,09	4,07 ^b ± 0,03
5. (1,39/0)	3,70 ^{odef} ± 0,06	3,70 ^{def} ± 0,06	3,44 ^a ± 0,45	0,47 ^{ed} ± 0,04	0,99 ^b ± 0,01	3,75 ^{bcd} ± 0,05	3,69 ^{bc} ± 0,15
6. (5,62/0)	5,77 ^a ± 0,53	5,64 ^a ± 0,31	2,53 ^b ± 0,33	0,53 ^{cde} ± 0,06	0,91 ^b ± 0,01	5,24 ^a ± 0,12	5,26 ± 0,18 ^a
7. (0/1,39)	2,87 ^f ± 0,08	2,89 ^f ± 0,10	3,74 ^a ± 0,53	0,65 ^{abc} ± 0,03	1,24 ^a ± 0,09	3,18 ^d ± 0,10	3,02 ^d ± 0,11
8. (0/5,62)	4,77 ^b ± 0,36	4,77 ^{bc} ± 0,36	3,36 ^{ab} ± 0,06	0,67 ^{ab} ± 2,67	0,89 ^b ± 0,06	3,96 ^b ± 0,15	3,97 ^{bc} ± 0,15
9. (3,5/3,5)	4,22 ^{bcd} ± 0,27	4,23 ^{cd} ± 0,05	1,64 ^c ± 0,12	0,57 ^{bcd} ± 0,57	0,87 ^b ± 0,04	4,06 ^b ± 0,33	3,90 ^{bc} ± 0,43
10. (3,5/3,5)	4,15 ^{bcde} ± 0,23	4,51 ^c ± 0,53	1,76 ^c ± 0,08	0,58 ^{bcd} ± 0,59	0,95 ^b ± 0,04	4,00 ^b ± 0,33	4,01 ^{bc} ± 0,02
11. (3,5/3,5)	3,50 ^{def} ± 0,33	3,50 ^{ef} ± 0,33	1,88 ^c ± 0,59	0,47 ^{cd} ± 0,44	0,95 ^b ± 0,02	3,41 ^{bcd} ± 0,31,	3,39 ^{cd} ± 0,35
12. (3,5/3,5)	3,30 ^{ef} ± 0,32	3,3 ^{ef} ± 0,27	1,64 ^c ± 0,25	0,48 ^{cd} ± 0,01	0,96 ^b ± 0,01	3,23 ^{cd} ± 0,18	3,5 ^{bcd} ± 0,39

^y (% de Amido modificado/ % de proteína do soro de leite)

No relacionado à força de ruptura, os maiores valores foram registrados nas formulações com menor teor de amido modificado e proteínas do soro de leite. Estas diferenças podem ser atribuídas à menor densidade da massa por um efeito de diluição da proteína, com o qual é necessária maior energia para promover o rompimento. Os menores valores de força de ruptura foram registrados para a formulação com 5% de amido modificado e 5% proteína do soro de leite.

A gomosidade e a coesividade mostraram um comportamento antagônico, enquanto a primeira é função basicamente do amido modificado, a segunda é em função da proteína do soro de leite

A maior e a menor gomosidade coincidem com o maior e menor teor de amido modificado na formulação, a mesma tendência foi observada para a dureza, fraturabilidade e mastigabilidade. Produtos com maior teor de amido modificado foram mais firmes, gomosos, mastigáveis e fraturáveis e aqueles com maior teor de proteína do soro de leite foram mais coesos e apresentaram maiores valores de força de cisalhamento. Pesquisas realizadas por ENSOR et al., (1987) relatam que produtos elaborados com 2% de proteínas do soro foram mais coesos que aqueles elaborados com 2% de proteína isolada de soja.

De uma forma geral pode-se dizer que na medida que se aumenta o teor de amido modificado aumentam os valores de dureza e gomosidade ($r=0,60$) a mesma tendência foi observada para as medidas de fraturabilidade, gomosidade e mastigabilidade. Estes resultados concordam em com aqueles encontrados por (SHAND et al., 1990; CHEN et al., 1993). JIMENEZ-COLMENERO et al. (1996).

O efeito do amido na textura dos produtos é consistente com os resultados encontrados por um grande número de autores (SHAND et al., 1990; CHEN et al., 1993; CARBALLO et al., 1995), isto pode ser provavelmente atribuído à contribuição deste sob influência do calor, na formação de uma estrutura forte, na qual os grânulos de amido ficam embebidos na matriz protéica, aumentando dessa forma a pressão e a ligação de água resultando numa estrutura compacta e firme. Salsichas elaboradas unicamente com amido foram mais firmes. (CHEN et al., 1993; KER & TOLEDO. 1992).

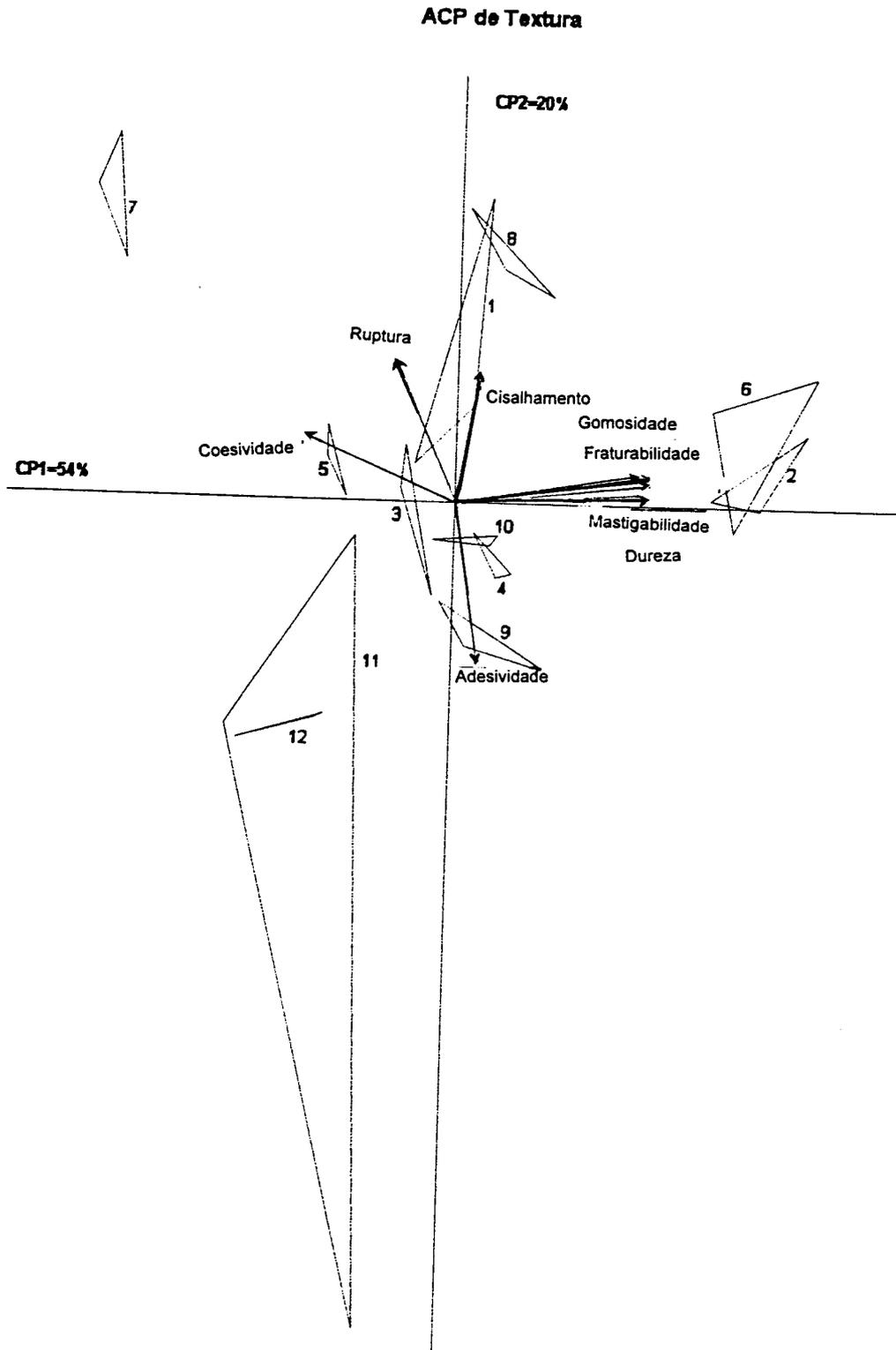


Figura 1. Análise de Componentes Principais do perfil de textura de emulsões cárneas. Componente 1 (54%) versus Componente 2 (20%).

O perfil de textura das formulações pode ser melhor caracterizado através da Análise de Componentes Principais (ACP). A ACP nos dois primeiros componentes (CP's) extraiu cerca de 74% da variação entre as formulações com relação aos referidos parâmetros (Figura 1).

Na ACP, tratamentos similares ocupam regiões próximas no espaço, enquanto que as que se diferenciam com relação aos parâmetros avaliados, ocupam regiões distintas. Desta forma a Figura 1 mostra que as formulações avaliadas podem ser segmentadas em cinco grupos de acordo com seus perfis de textura. O primeiro grupo é formado pelas formulações 2 e 6, o segundo grupo pelas formulações 1,3, 4, 5, 8, 9 e 10 as quais apresentam perfis de textura similares entre si, o terceiro grupo formado pela formulação 11 e 12, e finalmente o grupo 4 formado pela formulação 7.

Os valores instrumentais da textura, na ACP são representados por vetores, os quais situam-se próximos às amostras onde se apresentam em maior intensidade. O tamanho e posição dos vetores, indicam que o primeiro eixo da ACP separou as formulações em função da intensidade de força de gomosidade, dureza, fraturabilidade, mastigabilidade e coesividade; enquanto que o segundo eixo separou-as em função das suas intensidades de adesividade, força de ruptura. Nesse sentido, nota-se que as formulações 11 e 12 mostraram baixíssima repetibilidade com relação aos atributos adesividade, força de ruptura e coesividade.

Pelos motivos anteriormente expostos, a Figura 1 sugere que a formulação 2 com 5% de amido modificado e 2% de proteínas do soro de leite e a formulação 6 com 5,62% de amido modificado, caracterizam-se por apresentar maiores intensidades de gomosidade, dureza, mastigabilidade e fraturabilidade, e menores intensidades de coesividade, adesividade força de ruptura, e força de cisalhamento. Estes resultados podem ser atribuídos à presença de altos teores de amido modificado, que auxiliam a formação de uma matriz protéica mais concentrada e forte, resultando em produtos mais firmes. Resultados obtidos por SHAND et al., (1990); CHEN et al., (1993); CARBALLO et al., (1995); confirmam o fato que o amido influencia a dureza dos produtos. Estes resultados confirma os encontrados por ZIEGLER et al., (1987), CARBALLO et al., (1996) quando afirma que há uma relação direta entre o teor de amido e a dureza.

Por outro lado, as formulações 1 com 2% de amido e 2% de proteínas do soro de leite e a formulação 8 com 5,62% de proteínas do soro de leite, apresentaram maiores valores de cisalhamento. As formulação 9 com 3,5% de amido modificado e 3,5% de proteínas do soro de leite, apresentou-se mais adesiva. A formulação 5 com 1,39% de amido modificado apresentou-se mais coesa e com maior intensidade da força de ruptura. Com relação à formulação 11 e 12 com 3,5% de amido modificado e 3,5% de proteínas do soro de leite mostraram-se adesivas, entretanto a formulação 11 mostrou baixa repetibilidade.

A Figura 1 mostra que a formulação 7, caracterizou-se por apresentar menores intensidades dos atributos dureza, gomosidade, mastigabilidade e fraturabilidade, entretanto mostrou alta coesividade e maior intensidade da força de ruptura. Isto provavelmente devido ao efeito das proteínas do soro de leite que não foi tão efetivo na retenção de água, o que conduz à formação de uma matriz menos densa, com maior porosidade, resultando num produto mais coeso com o que se faz necessária maior quantidade de energia para provocar o rompimento.

4. CONCLUSÕES

Em emulsões cárneas bovinas, o baixo teor de gordura acompanhado pelo aumento no teor de água adicionada pode ocasionar modificações na textura dos produtos; entretanto essas modificações podem ser atenuadas pela utilização de ingredientes não-cárneos como o amido modificado e as proteínas do soro de leite.

O amido de milho ceroso quimicamente modificado influenciou os parâmetros de textura dos produtos. Observou-se um aumento proporcional nos valores de dureza, fraturabilidade, gomosidade e mastigabilidade conforme aumentou o teor de amido modificado, por outro lado, a adição de proteínas do soro de leite resultou na diminuição desses valores e no aumento da coesividade, força de ruptura e de cisalhamento.

Produtos elaborados exclusivamente com amido modificado, foram melhor aceitos que seus similares elaborados apenas com proteínas do soro de leite; este último mostrou um melhor desempenho em combinação com o amido modificado, resultando em produtos com qualidade sensorial e de textura aceitáveis.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AHMED, P.O.; MILLER, M.F.; LYON, C.E.; VAUGHTERS, H.M.; REAGAN, J.O. Physical and sensory characteristics of low-fat fresh pork sausage processed with various levels of added water. **Journal of Food Science**, v.55, n.3, p.625-628, 1990.
2. CARBALLO, J.; MOTA, N.; BARRETO, G.; JIMENEZ-COLMENERO, F. Starch and egg white influence on properties of bologna sausage as related to fat content. **Journal of Food Science**, v.60, n.4, p.673-677. 1995.

3. 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**. v.61, n.3, p.652-55, 1996
4. CAVESTANY, M.; JIMENEZ-COLMENERO, F.; SOLAS, M.T.; CARBALLO, J. Incorporation of sardine surimi in bologna sausage containing different fat levels. **Meat Science**, v.38, n.1, p. 27-37, 1994.
5. CHEN, J.S.; LEE, C.M.; CRAPO, C. Linear programming and response surface methodology to optimize surimi gel texture. **Journal of Food Science**, v.58, n.3, p.535-538. 1993.
6. CLAUS, J.R.; HUNT, M.C. ; KATSNER, C.L. Effects of substituting added water for fat on the textural, sensory and processing characteristics of bologna. **Journal Muscle Foods**, v.1, p.1-21, 1989.
7. CLAUS, J.R.; HUNT, M.C.; KATSNER, C.L.; KROPF, D.H. Low-fat, high added water bologna: effects of massaging, preblending, and time of addition of water and fat on physical and sensory characteristics. **Journal of Food Science**, v.55, n.2, p.338-341, 1990.
8. CLAUS, J.R.; HUNT, M.C. Low-fat, high added-water bologna formulated with texture-modifying ingredients. **Journal of Food Science**, v.56, n.3, p.643-647, 1991.
9. ENSOR, S.A.; MANDIGO, R.W.; CALKINS, C.R.; QUINT, L.N. Comparative evaluation of whey protein concentrate, soy protein isolate and calcium-reduced nonfat dry milk as binders in an emulsion type-sausage. **Journal of Food Science**, v.52, n.5, p.1155-1158, 1987.
10. GREGG, L. L; CLAUS, J.R.; HACKEY, C.R.; MARRIOT, N.G. Low-fat high added water bologna from massaged minced batter. **Journal of Food Science**, v. 58, n.2, p. 259-264, 1993.

11. HAND, L.W.; HOLLINSWORTH, C.A.; MANDIGO, R.W. Effects of preblending, reduced fat and salt levels on frankfurter characteristics. **Journal of Food Science**, v.52, n.4, p.1149-1151, 1987.
12. JIMENEZ-COLMENERO, F. Technologies for developing low-fat meat products. Review. **Trends in Food Science & Technology**, v.7, p.41-48. 1996.
13. JIMENEZ-COLMENERO, F.; BARRETO, G.; FERNANDEZ, P.; CARBALLO, J. Frozen storage of bologna sausages s function of fat content and of levels of added starch and egg white. **Meat Science**, v.42, n.3, p.325-332. 1996.
14. KER, Y.C.; TOLEDO, R.T. Influence of shear treatments on consistency and gelling properties of whey protein isolates suspensions. **Journal of Food Science**, v..57, n.1, p.82-85, 90, 1992.
15. MaCFIE, H.J.; BRATCHELL, N. Designs to balance the effect of order of presentation and-first order carry-over effects in hall test. **Journal of Sensory Studies**, n.4, p.129-148, 1989.
16. PARK, J.; RHEE, K.S.; ZIPRIN, Y.A. Low-fat frankfurters with elevated levels of water and oleic acid. **Journal of Food Science**, v.55, p.871-872, 874, 1990.
17. SAS. (1996). User's guide. V.6.12. Statistical analysis systems Institute. Inc., Cary, NC. USA. 1996.
18. SHAND, P.J.; SCHIMIDT, G.R.; MANDIGO, R.W.; CLAUS, J.R. New technology for low-fat meat products. **Reciprocal Conference Proceedings**, v.43, p.37-52. 1990.
19. ZIEGLER, G.R.; RIZVI, S.S.H.; ACTON, J.C. Relationship of water textural characteristics water activity and thermal conductivity of some comercial sausages. **Journal of Food Science**, v.28, n.4, p.901-905, 1987.

CONCLUSÕES FINAIS

Emulsões processadas como “pão de carne” bovina com 10% de gordura podem ser elaboradas sem afetar suas qualidades físico-químicas e sensoriais, desde que a redução no teor de gordura seja acompanhada do aumento de água adicionada, pela utilização de amido de milho ceroso quimicamente modificado (Firm-Tex[®]) em quantidades entre 2 e 5% e proteínas micro-encapsuladas derivadas do soro de leite de 2 a 3,5% (Simplese[®]). Enquanto o amido modificado mostrou isoladamente boas qualidades técnicas, reduzindo a porcentagem de perdas no cozimento e no armazenamento, as proteínas do soro de leite mostraram melhor desempenho em combinação com amido modificado.

O amido modificado pode ser utilizado em emulsões cárneas com baixo teor de gordura em quantidades superiores a 2%, diminuindo as perdas durante o cozimento e no armazenamento, entretanto, na medida que aumenta seu teor na formulação aumentam os valores de dureza, fraturabilidade, gomosidade e mastigabilidade.

As proteínas do soro de leite podem ser utilizadas em emulsões cárneas com baixo teor de gordura, desde que em combinação com o amido modificado, em quantidades que variam de 2 a 3,5%, diminuindo as perdas durante o cozimento e no armazenamento. As proteínas do soro de leite atuam melhor em sinergismo com o amido modificado, melhorando não só a textura como também aspectos econômicos, provendo aos produtos qualidade sensorial e textura aceitáveis.