

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação**

**Avaliação Físico-química e Sensorial de Lingüiça de
Carne Suína Produzida com Reduzido Teor de Gordura
e Adicionada de Concentrados Protéicos**

ANA CLÁUDIA BRANDI FERREIRA

**MINAS GERAIS
BELO HORIZONTE
2006**

ANA CLÁUDIA BRANDI FERREIRA

**Avaliação Físico-química e Sensorial de Lingüiça de Carne
Suína Produzida com Reduzido Teor de Gordura e
Adicionada de Concentrados Protéicos**

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da UFMG,
como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em
Medicina Veterinária.

Área: Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal
Orientador: Prof. Leorges Moraes da Fonseca

**Belo Horizonte
Escola de Veterinária – UFMG
2006**

F383a Ferreira, Ana Cláudia Brandi, 1976-

Avaliação físico-química e sensorial de lingüiça de carne suína produzida com reduzido teor de gordura e adicionada de concentrados protéicos / Ana Cláudia Brandi Ferreira. – 2006.

51p. : il.

Orientador: Prof. Leorges Moraes da Fonseca

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Carne de porco – Análise – Tese. 2. Carne de porco – Qualidade- Teses.
3. Alimentos – Teor de gordura – Teses. 4. Lingüiça – Teses. I . Fonseca, Leorges Moraes da.
II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 664.92

Dissertação defendida e aprovada em 28/04/2006 pela comissão examinadora constituída por:

Prof. Leorges Moraes da Fonseca
Orientador

Prof. Wagner Luiz Moreira dos Santos

Prof. Sérgio Borges Mano

Aos meus queridos pais, Airton e Teresa,
às minhas irmãs, Dri, Leca e Manda, ao Cristiano e especialmente a Deus.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Leorges Moraes da Fonseca pela orientação e disposição em todos os momentos.

Ao professor Wagner Luiz Moreira dos Santos pelos ensinamentos, amizade e pela confiança que sempre depositou em mim.

Ao professor Sérgio Borges Mano pelas colaborações e por ter aceitado fazer parte da banca examinadora.

Aos professores do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal: Afonso, Renaldo, Ferreira, Silvana, Ronaldo, Cláudia, Marcelo, Mônica Pinho e Mônica Leite, pelos ensinamentos e convivência durante todo o curso.

Aos funcionários do DTIPOA, Miltinho, Fatinha, Maurinha, Valéria e Marco Antônio, pela amizade e constantes colaborações.

Aos funcionários da Laboratório de Nutrição Animal, Carlos e Toninho, pela disposição em ajudar.

Aos meus avós Antônio e Zoé, tios, especialmente à tia Lú, primos e amigos, pelo carinho.

Às amigas do curso de mestrado: Denise, Déborah, Paty e Gisele, pelos bons momentos de convívio e descontrações.

Aos amigos do DTIPOA: Nelson Éder, Joana Ferrez, Pedro, Michelly, Andréa Kelly e Tiago, pela amizade e indispensáveis ajudas.

Às amigas Fabrízia e Joana da Glória pela valiosa ajuda e amizade.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

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

“A coragem é a primeira das qualidades humanas, porque é a que garante as outras”.
(Aristóteles)

Sumário

<u>RESUMO</u>	8
<u>ABSTRACT</u>	9
<u>1. INTRODUÇÃO</u>	10
<u>2. REVISÃO DE LITERATURA</u>	11
<u>2.1 A CARNE SUÍNA</u>	11
<u>2.2 O EMBUTIDO CÁRNEO LINGÜÇA</u>	13
<u>2.3 PRODUTOS CÁRNEOS COM REDUZIDO TEOR DE GORDURA</u>	14
<u>2.3.1 Necessidade da redução do teor de gordura em alimentos</u>	14
<u>2.3.2 Características tecnológicas de produtos cárneos com reduzido teor de gordura</u>	16
<u>2.4 SUBSTITUTOS DA GORDURA</u>	17
<u>2.4.1 Carnes Magras</u>	18
<u>2.4.2 Adição de água</u>	19
<u>2.4.3 Substitutos à base de proteínas</u>	19
<u>2.4.4 Substitutos à base de carboidratos</u>	20
<u>2.4.5 Compostos Sintéticos</u>	22
<u>2.5 O SORO DO QUEIJO</u>	22
<u>2.5.1 Proteínas do soro do queijo</u>	24
<u>2.5.2 Propriedades funcionais das proteínas do soro</u>	26
<u>2.6 TEXTURA</u>	29
<u>2.7 ANÁLISE SENSORIAL</u>	29
<u>3. MATERIAL E MÉTODOS</u>	30
<u>3.1 OBTENÇÃO E PADRONIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA</u>	30
<u>3.2 A LINGÜÇA DE CARNE SUÍNA</u>	31
<u>3.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS</u>	35
<u>3.4 ANÁLISE SENSORIAL</u>	35
<u>3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA</u>	36
<u>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	36
<u>4.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS</u>	36
<u>4.2 AVALIAÇÃO SENSORIAL</u>	44
<u>4.3. AVALIAÇÃO DE CUSTOS</u>	45
<u>5. CONCLUSÕES</u>	45
<u>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES</u>	46
<u>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	46

Lista de Tabelas

Tabela 1. Padrões físico-químicos de diferentes tipos de lingüiças (b.s – base seca).....	14
Tabela 2. Valor calórico (Kcal/g) dos principais componentes dos alimentos.	15
Tabela 3. Composição típica do leite e do soro do leite.....	23
Tabela 4. Composição protéica do soro do leite.	25
Tabela 5. Composição de CPS e IPS no mercado internacional.....	25
Tabela 6. Propriedades importantes dos concentrados protéicos de soro em diversos alimentos	28
Tabela 7. Composição padrão da Lingüiça de Carne Suína.	32
Tabela 8. Composição da Lingüiça de Carne Suína com reduzido teor de gordura.....	32
Tabela 9. Porcentagens médias de proteína (g/100g) e seus respectivos intervalos de variação (IV), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) de acordo com os tratamentos.	37
Tabela 10. Porcentagens médias de gordura (g/100g) e seus respectivos intervalos de variação (IV), desvio padrão(DP) e coeficiente de variação (CV) de acordo com os tratamentos. .	38
Tabela 11. Médias dos Valores Calóricos (Kcal/100g) e seus respectivos intervalos de variação (IV), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) de acordo com os tratamentos.	39
Tabela 12. Porcentagens médias de Resíduo Mineral Fixo/Cinzas (g/100g) e seus respectivos intervalos de variação (IV), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) de acordo com os tratamentos.	40
Tabela 13. Porcentagens médias de NaCl/Cloretos (g/100g) e seus respectivos intervalos de variação (IV), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) de acordo com os tratamentos.	41
Tabela 14. Porcentagens médias de Umidade (g/100g) de acordo com os tratamentos e com as semanas de análises.	41
Tabela 15. Médias das Atividades de Água (Aa) de acordo com os tratamentos e com as semanas de análises.	42
Tabela 16. Médias dos valores de pH de acordo com os tratamentos e com as semanas de análises.	43
Tabela 17. Médias das Texturas ou Força de cisalhamento-WBS (Kgf) de acordo com os tratamentos e com as semanas de análises.	43
Tabela 18. Porcentagens médias do Rendimento após cozimento (%) de acordo com os tratamentos e com as semanas de análises.	43
Tabela 19. Médias dos Resultados das Análises Sensoriais de acordo com os tratamentos e com as semanas de análises.	44

Lista de Figuras e Gráficos

<u>Gráfico 1. Produção de carne suína – Brasil e Estados – 2002 a 2005</u>	12
<u>Gráfico 2. Produção e exportação de carne suína no Brasil e em alguns dos principais estados do Brasil em 2005.</u>	13
<u>Figura 1. Diagrama geral do aproveitamento do soro – fabricação dos ingredientes protéicos do soro.</u>	24
<u>Figura 2. Fluxograma da produção das Lingüiças de Carne Suína.</u>	33
<u>Figura 3. Escala hedônica utilizada na avaliação sensorial.</u>	36
<u>Gráfico 3. Representação das porcentagens médias de proteína das Lingüiças de Carne Suína de acordo com os tratamentos.</u>	37
<u>Gráfico 4. Representação das porcentagens médias de Gordura das Lingüiças de Carne Suína de acordo com os tratamentos.</u>	38
<u>Gráfico 5. Representação das médias dos Valores calóricos (Kcal/100g) das Lingüiças de Carne Suína de acordo com os tratamentos.</u>	39
<u>Gráfico 6. Representação das porcentagens médias de umidade das Lingüiças de Carne Suína na semana de fabricação e após 1 semana de estocagem, de acordo com os tratamentos.</u>	41
<u>Gráfico 7. Representação dos resultados da análise sensorial das diferentes formulações da Lingüiça de Carne Suína em relação aos teores percentuais de gordura e diferentes proteínas do soro do leite.</u>	44

RESUMO

Nos últimos anos especial atenção tem sido dada ao excesso de ingestão de calorias e de gorduras, tanto por razões estéticas como por questões de saúde, e como consequência, observa-se uma valorização crescente de produtos com reduzidos teores de gordura. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química e sensorial de Lingüiças de Carne Suína fabricadas com concentrado protéico do soro (WPC) ou com concentrado protéico contendo elevado teor de β -lactoglobulina, como substitutos da gordura. As lingüiças foram fabricadas no Laboratório de Tecnologia de Carne do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal da Escola de Veterinária da UFMG. Foram realizados sete tratamentos, um grupo controle contendo 20% de gordura e seis contendo diferentes níveis de adição de WPC ou de concentrado rico em β -lactoglobulina, a saber, três tratamentos contendo 10% de gordura e adição de três diferentes concentrações de WPC (0,2%, 0,5% e 1,0%) e três tratamentos contendo 10% de gordura e três diferentes níveis de concentrado protéico com elevado teor de β -lactoglobulina (0,1%, 0,3% e 0,6%). O experimento foi realizado com 5 repetições, contendo todos os tratamentos e foram divididos em sub-parcelas que correspondiam aos dois tempos de avaliação, no dia de fabricação e após um período de 7 dias de estocagem a aproximadamente 4°C. As amostras foram analisadas para teores de umidade (g/100g), proteína (g/100g), gordura (g/100g), cinzas (g/100g), cloretos (g/100g), estimativa de valor calórico (Kcal/100g), análise de atividade de água (Aa), pH, textura (Kgf) e rendimento após cozimento (g/100g), foram feitas análises na 1ª semana de fabricação e após sete dias de armazenamento. Os resultados dos teores de proteína, gordura, valor calórico e umidade apresentaram diferença estatística entre o grupo controle e os demais tratamentos ($p \leq 0,05$) as demais análises foram estatisticamente iguais entre os tratamentos e os dias de avaliação ($p > 0,05$). Os resultados da análise sensorial também não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos utilizados no presente experimento. As proteínas lácteas foram eficazes na substituição da gordura em Lingüiça de Carne Suína, em todos os tratamentos realizados, atendendo às especificações do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade das Lingüiças do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento e mantendo a qualidade sensorial.

Palavras-chave: Lingüiça, reduzido teor de gordura, Concentrado Proteico do Soro, β -lactoglobulina

ABSTRACT

In the last years special attention has been given to the excess of calories, and fat ingestion has been a worldwide concern, mainly for aesthetic or health reasons. As consequence, a growing interest has valued products with low fat content. This work had as objective to evaluate the physico-chemical and sensorial quality of pork sausages, manufactured with whey protein concentrate (WPC) or protein concentrate with high level of β -lactoglobulin (called hereof β -lactoglobulin), as substitutes of the fat. The sausages were manufactured in the Laboratory of Meat Technology of the Department of Technology and Inspection of Animal Origin Products-School of Veterinary Medicine-UFMG. Seven treatments were accomplished, six containing different levels of addition of WPC, or β -lactoglobulin and a group control containing 20% of fat (three treatments containing 10% of fat and three different levels of WPC, that is, 0,2%, 0,5% and 1,0%, and three treatments containing 10% of fat and three different levels of β -lactoglobulin that were, 0,1%, 0,3% and 0,6%). Each level of treatment was repeated in five batches, with two times of evaluation, in the day of production and after a period of seven days of storage at 4°C. The samples were analyzed for protein (g/100g), fat (g/100g), ashes (g/100g), chlorides (g/100g), water content (g/100g), and for the determination of the caloric value (Kcal/g), water activity (Aw), pH, texture (Kgf), and loss after cooking (g/100g). Analyses were done in the first week of production and after seven days of storage. The results of the protein, fat, caloric value and moisture content presented statistical difference between the group control and the other treatments ($p \leq 0.05$). The other analyses results were not statistically different among the treatments and between the two weeks of evaluation ($p > 0.05$). Additionally, the sensorial analyses results showed that there was no difference among the different treatments with the level of fat substitution used in this experiment ($p < 0.05$). The milk proteins were efficient for the fat substitution in pork sausages, in the treatment levels for the present experiment, complying with the Brazilian legal requirements, in addition to maintain the sensorial quality.

Keywords: pork sausage, reduced fat, whey protein concentrate, β -lactoglobulin

1. INTRODUÇÃO

Os embutidos, uma das formas mais antigas de alimentos preparados, foram descritos desde o século IX antes de Cristo. E até os dias atuais, esses produtos são muito consumidos (Gaspar, 1995, citado por Teixeira, 2000). São produtos elaborados com carnes ou outros tecidos animais comestíveis. Esses produtos alimentícios podem ser classificados, segundo o seu processo de fabricação, em frescos, cozidos, defumados ou secos, de acordo com a sua composição, em simples ou mistos, e conforme suas características tecnológicas, possuem diferentes denominações (Hoffmann et al., 1999).

Dentre os embutidos, a lingüiça se destaca no mercado e os principais diferenciadores entre os fabricantes são a qualidade, a apresentação do produto e o preço (Figueiredo et al., 2004).

A gordura é o ingrediente mais calórico dos alimentos de origem animal e constitui um importante nutriente da dieta humana devido aos ácidos graxos essenciais e dentre outros fatores, auxiliam também no transporte e absorção de vitaminas lipossolúveis. Além disso, no aspecto sensorial, a gordura confere sabor aos alimentos, sendo o principal componente responsável pela textura, sabor e suculência da maioria dos produtos cárneos. Por isso, a sua redução excessiva pode levar a produção de alimentos secos e duros (Keeton, 1994).

Evidências médicas mostram, entretanto, que a dieta pode afetar a saúde e que a ingestão de alimentos ricos em gordura saturada e colesterol aumentam o risco de doenças cardiovasculares, de câncer e de outras doenças relacionadas à obesidade.

Nesse contexto os produtos cárneos identificados como “light” são um importante apelo de compra para consumidores preocupados com estes aspectos (Shank e Carson, 1990).

Na busca de oferecer aos consumidores alimentos com pouco conteúdo de gordura, tem-se desenvolvido vários produtos com pouca caloria para repor ou substituir a gordura. No entanto, o uso destes novos ingredientes não deve alterar significativamente as características de sabor dos alimentos (Summerkamp e Hesser, 1990). As atitudes dos consumidores a respeito desses novos produtos variam, mas geralmente são bem aceitos se apresentarem boas características sensoriais, preço acessível, méritos nutricionais e não diferirem muito em suas características do produto tradicional (Keeton, 1994).

Produtos cárneos processados são, em geral, mais gordurosos do que cortes frescos, entretanto estes podem ter suas composições reformuladas, substituindo a gordura por outro ingrediente ou por uma combinação de ingredientes, principalmente em produtos onde a gordura é usada para minimizar custos de produção (Trindade, 1998).

A maioria dos ingredientes que estão sendo usados como substituto de gordura em alimentos podem ser divididos em carnes magras, água, substitutos à base de proteínas, substitutos à base de carboidratos, compostos sintéticos, óleos e gordura vegetal hidrogenada e mistura de ingredientes (Keeton, 1994).

Vários estudos têm dado ênfase aos ingredientes lácteos como substitutos de gordura em alimentos, sobretudo o concentrado protéico do soro (WPC), devido ao seu alto valor

nutricional, fornecendo aminoácidos essenciais em quantidade significativa e por suas propriedades funcionais (Yamauchi et al., 1980).

O desenvolvimento de produtos com teores reduzidos de gordura objetiva atender a consumidores que demandam “alimentos saudáveis”, mantendo suas características sensoriais. Este desenvolvimento também visa o aperfeiçoamento de tecnologias de produção e também o controle das variáveis de produção, que envolvem fatores relacionados à qualidade, incluindo características de sabor e textura,

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CARNE SUÍNA

A produção nacional de carne suína, de acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), cresceu de 2000 a 2005 aproximadamente 15%, enquanto o rebanho aumentou em torno de 3%. Isto foi consequência direta de ganhos tecnológicos. A taxa de abate foi acima de 70%, com média de 23 suínos terminados por matriz ao ano. O peso médio foi de 110 Kg num período de 160 dias. Nesse mesmo período, segundo a CONAB, as exportações brasileiras praticamente quintuplicaram e a

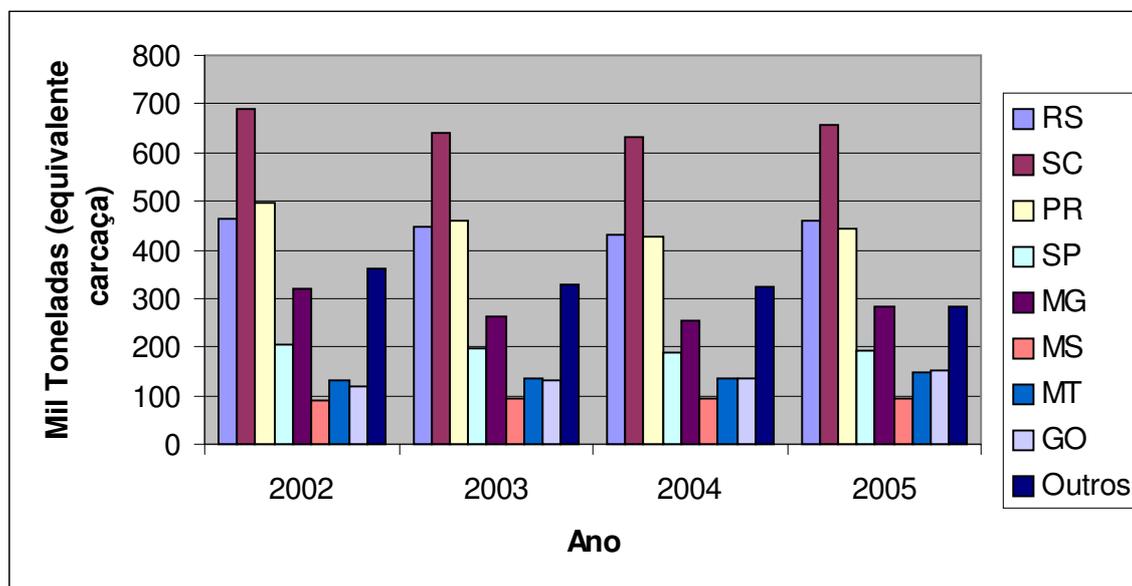
rendimento e estabilidade do produto no mercado (Soares, 2002).

O presente trabalho teve como objetivos avaliar a viabilidade da utilização de concentrado protéico de soro e de concentrado protéico contendo elevado teor de β -lactoglobulina como ingredientes para redução do teor de gordura em Linguiça de Carne Suína e avaliar a qualidade físico-química e sensorial deste embutido após substituição parcial da gordura e estocagem de uma semana.

disponibilidade interna de carne suína, com algumas oscilações no decorrer desse período, caiu aproximadamente 7,5% do início ao fim (Rodigheri, 2005).

A participação da Região Sul, no período de 2002 a 2005, caiu de 57% para 55% na produção nacional de suínos; a da Sudeste, de 18% para 17%; a dos outros estados, de 12% para 10%, tendo havido crescimento na produção da região Centro-Oeste, de 11% para 14%. Como mostrado no gráfico 1, a expansão para o Centro-Oeste busca baixar custos com a implantação de grandes criatórios e matadouros-frigoríficos localizados próximos às regiões produtoras de grãos (ABIPECS, 2005; Rodigheri, 2005).

Gráfico 1. Produção de carne suína nos principais estados brasileiros – 2002 a 2005.



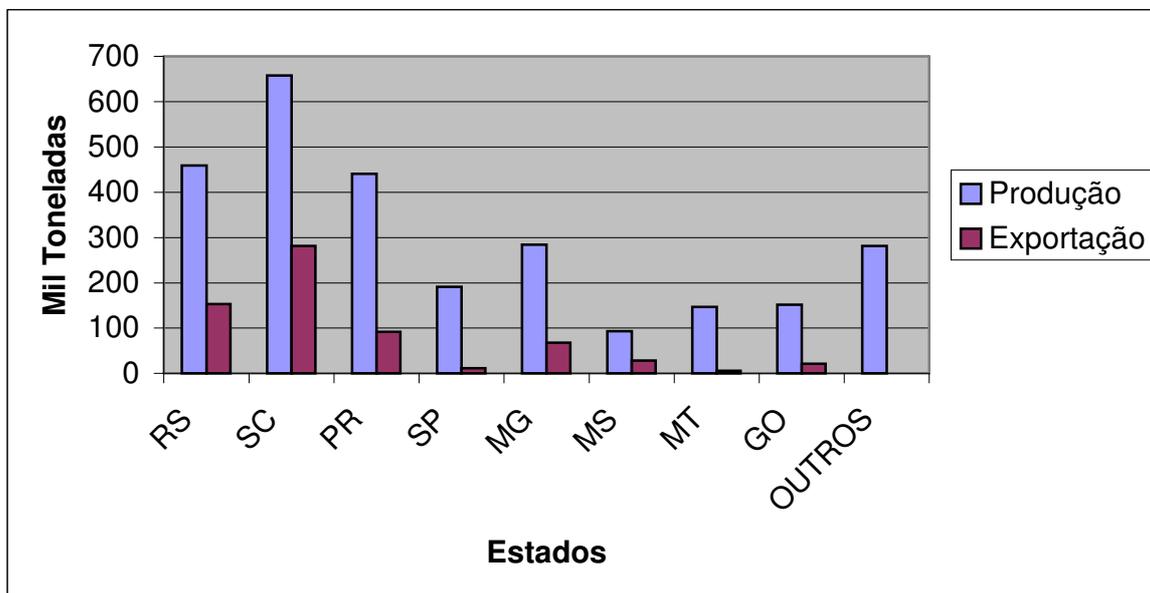
FONTE: adaptado da ABIPECS (2005).

Entretanto, o crescimento da suinocultura tem sido direcionado ao mercado externo. Alguns motivos podem ser citados como responsáveis por isso, como: o baixo consumo per capita (14 Kg/hab/ano em 2000 e 12 Kg/hab/ano em 2004), quando comparado ao dos países desenvolvidos (União européia com consumo per capita de 34 Kg/hab/ano e USA com consumo per capita de 30 Kg/hab/ano); preconceito quanto à sanidade nas regiões de produção mais tradicional, que diminui nas regiões de produção tecnificada (Santa Catarina, nos últimos anos, tem mantido 23 Kg/hab/ano de consumo de carne suína); desconhecimento dos progressos obtidos com a composição da carne nos últimos 20 anos (a carne suína perdeu em média 35% de gordura, 20% de calorias e 15% de colesterol, devido a avanços genéticos, nutricionais e zootécnicos). A meta estabelecida pela Associação Brasileira da

Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (ABIPECS) é de elevar o consumo a 16,5 Kg/hab/ano em 2010, índice acima da média mundial atual (14,84 Kg/hab/ano), mas ainda bem abaixo da média de consumo de estados como por exemplo Santa Catarina (23 Kg/hab/ano). O total de cabeças abatidas no Brasil também deverá crescer por volta de 3,4% (de 32,0 milhões para 34,1 milhões de cabeças) (Rodigheri, 2005).

Os estados que têm as maiores produções são também os maiores exportadores da carne suína: Santa Catarina, 43%; Rio Grande do Sul, 33%; Mato Grosso do Sul, 30%; Minas Gerais, 23% e Paraná, 21% (ABIPECS, 2005). O gráfico 2 mostra a produção e o volume de exportação dos principais estados nacionais e do Brasil, no ano de 2005.

Gráfico 2. Produção e exportação de carne suína e em alguns dos principais estados brasileiros em 2005.



FONTE: adaptado da ABIPECS (2005).

2.2 O EMBUTIDO CÁRNEO LINGÜIÇA

Segundo a Instrução Normativa nº 4, de 31 de Março de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Lingüiça, entende-se por lingüiça o produto cárneo obtido de carnes de diferentes espécies animais, submetida aos mais diversos e adequados processos tecnológicos, adicionado ou não de tecidos adiposos, ingredientes e embutidos em envoltórios naturais ou artificiais. Elas são classificadas de acordo com a tecnologia de fabricação em produto: fresco, seco curado e/ou maturado, produto cozido e outros (Brasil, 2000).

As lingüiças frescas não são maturadas nem dessecadas, sendo lançadas no mercado na mesma forma em que são produzidas ou com os gomos

aconicionados em embalagens plásticas, sob vácuo. Os envoltórios plásticos e a conservação destes produtos sob refrigeração prolongam seu prazo de vida comercial. Podem ter composição variada quanto à carne e a gordura. Com relação à denominação de venda, o produto é designado de lingüiça, seguido da denominação ou expressão que o caracterize, de acordo com sua apresentação ao consumidor, como por exemplo, lingüiça de carne suína, lingüiça de pernil suíno, lingüiça mista, dentre outras (Brasil, 2000).

São consideradas matérias-primas obrigatórias na produção das lingüiças as carnes das diferentes espécies de animais de açougue e o sal. Gordura, água, outras fontes de proteína vegetal e/ou animal, açúcares, plasma, aditivos intencionais, aromas naturais, especiarias e condimentos são considerados ingredientes opcionais (Brasil, 2000).

As características sensoriais são definidas de acordo com o processo de obtenção do

produto, sendo a cor, o sabor, a textura e o odor, característicos da matéria-prima e dos demais ingredientes utilizados, bem como dos processos tecnológicos empregados (Brasil, 2000).

As características e/ou padrões físico-químicos (Tabela 1) diferem entre os produtos, mas devem respeitar os requisitos da composição de cada um (Brasil, 2000).

Tabela 1. Padrões físico-químicos de diferentes tipos de linguiças

LINGUIÇAS FRESCAIS	LINGUIÇAS COZIDAS	LINGUIÇAS DESSECADAS
Umidade (máx.) - 70%	(máx.) - 60 %	(máx.) - 55 %
Gordura (máx.) - 30%	(máx.) - 35 %	(máx.) - 30 %
Proteína (mín.) - 12%	(mín.) - 14 %	(mín.) - 15 %
Cálcio (b.s*) (máx) - 0,1%	(máx.) - 0,3 %	(máx.) - 0,1 %

*b.s = base seca

FONTE: Brasil (2000).

O Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), no artigo 421, considera fraudados os embutidos que contêm carnes e matérias-primas de qualidade ou proporções diferentes das constantes na fórmula aprovada; que usam conservantes e corantes não permitidos; que forem adicionados de água ou gelo com intuito de aumentar o volume e o peso do produto, em proporção superior à permitida no regulamento (Brasil, 1997). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) na Resolução RDC nº 34, de 9 de março de 2001, estabelece as funções e os limites máximos para o uso de aditivos alimentares de acordo com as categoria do alimento, considerando que o uso de aditivos deve ser limitado a alimentos específicos, em condições específicas e ao menor nível que alcançar o efeito desejado. O descumprimento desta Resolução constitui infração sanitária estando os infratores sujeitos às penalidades da Lei e demais disposições aplicáveis (ANVISA, 2001).

2.3 PRODUTOS CÁRNEOS COM REDUZIDO TEOR DE GORDURA

2.3.1 Necessidade da redução do teor de gordura em alimentos

Nos países industrializados, onde as condições sócio-econômicas são favoráveis, têm crescido rapidamente a demanda dos consumidores por produtos “compreendidos como saudáveis”, e que contém quantidades rigorosamente limitadas de constituintes como gordura, sal, cafeína e colesterol (Colmenero, 1996). Atenção especial tem sido dada aos perigos das dietas ricas em gorduras, principalmente gorduras contendo ácidos graxos saturados (Giese, 1992). A American Heart Association e outras organizações de saúde têm recomendado diminuir o consumo diário de gordura e colesterol como prevenção ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares. A recomendação dada por estas organizações é que apenas 30% do total de calorias da dieta seja proveniente das gorduras; que o consumo de gorduras saturadas não ultrapasse 10% deste total, e que a ingestão de colesterol esteja abaixo de 300mg por dia. Além de doenças cardiovasculares, da obesidade e do câncer, dois outros fatores têm estimulado a diminuição da ingestão diária de gorduras, que são os padrões atuais de estética e a necessidade de diminuição do consumo de alimentos energéticos, devido ao atual estilo de vida sedentário (Colmenero, 1996). De acordo com Fuentes (1998), a manutenção do peso corporal depende do total de calorias ingeridas, e estas devem ser

balanceadas de tal forma que o total de gordura na dieta esteja em torno de 30 a 35% das necessidades calóricas, o total de carboidratos deve representar 45 a 50% do total, preferencialmente em forma de carboidratos complexos e as proteínas devam representar 15 % da ingestão calórica.

As gorduras, as proteínas e os carboidratos são os nutrientes energéticos necessários ao organismo, e têm diferentes valores calóricos, como pode ser observado pela Tabela 2 (Mahan e Arlin, 1995).

Tabela 2. Valor calórico (Kcal/g) dos principais componentes dos alimentos.

COMPONENTES	CALORIAS (Kcal/g)
Gordura	9
Proteínas	4
Carboidratos	4

FONTE: adaptado de Mahan e Arlin (1995).

Wirth (1991), citado por Teixeira (2000), observou que geralmente, produtos cárneos elaborados com 70 a 90% de carne magra, com teor de proteína variando de 12 a 16% e teor de gordura entre 5 e 15%, possuem valor calórico entre 100 a 200 Kcal/100g.

gordura provenientes destes alimentos, principalmente dos produtos cárneos. Assim, há um interesse crescente por parte dos consumidores, das indústrias e dos órgãos de saúde pública, no desenvolvimento e disponibilização de produtos com teores de gordura reduzidos (Shank e Carson, 1990). Recomendações sobre saúde e dieta têm redirecionado os hábitos alimentares, indicando os tipos de alimentos mais saudáveis (Keeton, 1994).

Segundo Fuentes (1998), a cardiopatia coronária tem relação com vários fatores de risco, como a obesidade e a falta de exercício físico. A importância de todos os fatores de risco depende de seus efeitos no aumento dos níveis sanguíneos de colesterol. Nos países desenvolvidos, os altos níveis sanguíneos de colesterol são devidos, principalmente a dieta inadequada. Assim, a educação dos consumidores em geral, em relação aos hábitos alimentares, é de importância decisiva na prevenção ou redução de doenças relacionadas ao consumo excessivo de gorduras (Fuentes, 1998). Adicionalmente uma boa alimentação tem um significado econômico, pois pode ser um fator de redução de custos para a saúde pública (Wirth, 1988, citado por Teixeira, 2000).

No Brasil, a Portaria nº 41 de 12 de maio de 1995 da Secretaria de Vigilância Sanitária, no artigo 2º, classifica Alimentos modificados como sendo aqueles alimentos aos quais se agregam, subtraem ou substituem (total ou parcialmente) um ou mais ingredientes em relação ao alimento convencional correspondente, de maneira a se obter um alimento que cumpra a finalidade a que se propõe (Brasil, 1995).

Mesmo sendo necessária a presença de alimentos de origem animal para o balanceamento das dietas, grande ênfase tem sido dada pelos meios de comunicação aos malefícios da excessiva ingestão de

A Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998, da mesma Secretaria, considera um produto com reduzido teor de gordura, quando tiver redução mínima de 25% de gorduras totais e diferença maior que 3 gramas de gordura por 100 gramas de sólidos totais. Em relação ao valor calórico, é considerado reduzido quando ocorrer redução mínima de 25% do valor calórico total e diferença

maior que 40 Kcal por 100g de sólidos. Quanto ao colesterol, há a necessidade de que haja redução de 25% em seu teor para ser classificado como reduzido. E deve ter um teor de gordura saturada total menor ou igual a 15% para ser considerado de baixo teor desta (Brasil, 1998).

A carne e os produtos cárneos são uns dos principais componentes da dieta em países desenvolvidos, e têm um importante papel econômico no total das despesas relacionadas ao setor de alimentos em muitos países europeus e nos EUA (Tuley, 1996). Mas devido ao fato destes produtos estarem relacionados a ocorrência de certas doenças como obesidade, câncer e doenças do coração, as indústrias de produtos cárneos têm sido alvo de críticas publicitárias adversas. E para evitar maiores prejuízos muitas pesquisas têm sido realizadas com substitutos da gordura para melhorar a disponibilidade de muitos destes produtos cárneos (Colmenero, 1996; Akoh, 1998).

Novos produtos cárneos com reduzidos teores de gordura devem possuir características sensoriais aceitáveis e devem demonstrar uma performance, no mínimo semelhante aos produtos equivalentes com teor normal ou alto de gordura (Colmenero, 1996).

2.3.2 Características tecnológicas de produtos cárneos com reduzido teor de gordura

A gordura é o principal determinante das características sensoriais de um produto. O desenvolvimento de produtos com reduzidos teores de gordura requer modificações na composição e na natureza desses, as quais podem afetar seus atributos qualitativos como cor, sabor, textura e propriedades relativas à retenção de água (Colmenero, 1996; Akoh, 1998).

O desenvolvimento de produtos cárneos com baixo teor de gordura continua sendo um importante objetivo das indústrias de alimentos. A principal dificuldade que surge com o desenvolvimento de novas tecnologias é retirar, total ou parcialmente, a gordura do alimento, sem alterar sensivelmente suas características sensoriais. Além disto, é importante ter conhecimento de como as alterações na composição podem afetar o prazo de vida útil e a segurança do produto em questão. Neste contexto é importante entender a funcionalidade da gordura, para poder substituí-la adequadamente. A gordura determina a textura e o sabor, afeta a aparência e a estabilidade dos alimentos, e implica em modificações de processamento e em outros atributos (Clak, 1994; Sensidoni, 1994).

Em geral, consumidores associam a cor escura de um produto cárneo com teores reduzidos de gordura. Com relação ao sabor, este é influenciado pela quantidade, pelo tipo de gordura presente no alimento e, também, pela origem da carne (bovina, suína, ovina) usada no processamento do produto. A textura é um importante atributo sensorial dependente das características da matriz formada, a qual é dependente da associação entre os fatores relacionados à gordura (quantidade e tipo) e às proteínas (que têm sua funcionalidade influenciada pela concentração, pH, força iônica do meio, tratamento térmico, etc.) (Colmenero, 1996).

A gordura também contribui para características físicas, como a coloração e a firmeza dos alimentos, além de ser precursora de componentes do sabor, que têm muitos de seus componentes solúveis em lipídeos. Assim, a redução do teor de gordura modificará a percepção e a volatilidade dos componentes lipossolúveis aromáticos, principalmente à boca, além de

interferir na cremosidade do alimento, pois a gordura aumenta a cremosidade e a suavidade e reduz a coesão estrutural, facilitando a mastigação e deglutição do alimento (Degouy, 1993).

Produtos cárneos tradicionais possuem um alto nível de gordura (20 a 30%), oferecendo uma grande oportunidade para redução desses teores através de diferentes formulações que utilizam substitutos da gordura, sendo as propriedades físicas e químicas desses ingredientes importantes para a qualidade do produto final e a aceitabilidade pelo consumidor (Keeton, 1994).

Segundo Wirth (1988), citado por Teixeira (2000), a fabricação de produtos cárneos com reduzidos teores de gordura requer diferentes tecnologias quando comparados com produtos convencionais, pois a gordura exerce grande influência na textura, sendo possível produzir salsichas de qualidade com um mínimo de 10% de gordura, desde que modernas tecnologias sejam aplicadas.

A redução do teor de gordura é limitada em alguns produtos devido à tecnologia utilizada para sua obtenção; em produtos de emulsão fina este limite está em torno de 10%, com substituição da gordura por proteína e água; em embutidos secos e fermentados esse valor varia de 20 a 30% no produto final, dependendo do grau da secagem aplicada ou da tecnologia empregada (Wirth, 1988, citado por Trindade, 1998).

As características de uso de muitos substitutos da gordura dependem do tipo de alimento e da sua forma de processamento na indústria e utilização pelo consumidor, do nível de substituição e do conteúdo inicial de gordura (Summerkamp e Hesser, 1990).

O comportamento físico dos alimentos ou

dos ingredientes alimentícios durante sua preparação, transformação ou armazenamento e suas características sensoriais, principalmente a textura, são muito influenciados por propriedades funcionais, que contribuem para a sua aceitação e utilização e, dando ao alimento um valor funcional (Mendes, 1998).

2.4 SUBSTITUTOS DA GORDURA

Para oferecer aos consumidores alimentos com reduzidos teores de gordura, muitos substitutos não calóricos ou com reduzidos valores calóricos foram desenvolvidos. Estes novos ingredientes objetivam a diminuição dos teores calóricos dos alimentos, alterando o mínimo possível o sabor, a sensação à boca, a textura, viscosidade e outras propriedades sensoriais. Muitos destes ingredientes atuam aumentando a retenção de água no produto, melhorando a suculência e maciez (Summerkamp e Hesser, 1990).

Os substitutos da gordura podem contribuir significativamente para a melhoria da qualidade de muitos produtos com reduzidos teores de gordura, quando usados nas dosagens corretas, servindo para ampliar o mercado dos produtos, e não apenas como opção dietética (Anon, 1994).

A redução da gordura, utilizando substituintes, tais como, proteínas, amidos e gomas, etc., pode ser conseguida, selecionando-se as partes menos gordurosas dos cortes cárneos e adicionando-se mais água, apesar dos resultados alcançados não serem sempre satisfatórios, pois a viscosidade da massa pode diminuir significativamente, podendo causar dificuldades durante a sua fabricação, como: escurecimento do produto, textura frágil, redução da suculência do produto final e diminuição do sabor, uma vez que os aromas lipossolúveis são eliminados total

ou parcialmente, além de poder aumentar as perdas durante o cozimento e armazenamento (Hakerma, 1997).

Muitos dos ingredientes que estão sendo usados como substitutos parcial ou total das gorduras em alimentos são classificados por Summerkamp e Hesser (1990), em três grandes categorias que são os substitutos à base de proteínas, à base de carboidratos e os compostos sintéticos. Segundo Colmenero (1996), os substitutos da gordura são classificados em: carnes magras (bovina, suína, aves); adição de água; substitutos à base de proteínas não cárneas (concentrados e isolados protéico de soro de leite, caseinatos, leite desidratado e desengordurado, plasma sangüíneo, proteínas de ovos, derivados de soja, glúten); substitutos à base de carboidratos (celulose, pectina, amidos modificados, farelo de aveia, maltodextrina, dextrinas, gomas); e compostos sintéticos (polidextrose, olestra e poliéster de sacarose).

De acordo com Ellekjaer et al., (1996) o incentivo econômico na utilização de proteínas não cárneas, em produtos cárneos deve-se principalmente à diminuição nos custos de produção e na melhora no rendimento do produto.

2.4.1 Carnes Magras

O teor de gordura nas carcaças varia com a idade, raça e sexo dos animais abatidos, sendo que a carcaça de touros jovens (até dois anos de idade) tem um teor menor de gordura e mais carne (Felício, 1997). Selecionar carnes baseado na funcionalidade dos seus miosistemas é uma técnica tradicionalmente já usada em produtos convencionais. Em se tratando de produtos com reduzidos teores de gordura, esta técnica pode ser ainda mais importante. Deste modo, é importante a seleção de carnes com grande capacidade de ligação

com a água, já que produtos cárneos com baixos teores de gordura geralmente são secos e apresentam textura dura (Keeton, 1994).

Em condições de *pre rigor* o músculo apresenta propriedades funcionais (capacidade de gelificação, emulsificação e retenção de água) melhores do que quando está em *rigor* ou *pos rigor* (Pearson e Tauber, 1973); e esta característica pode ser utilizada para elaborar produtos com teores reduzidos em gordura e teores elevados de umidade. Carnes congeladas, que normalmente são usadas na indústria, têm as características funcionais de suas proteínas diminuídas pelo congelamento, portanto, o interessante é utilizar carnes resfriadas, para a elaboração de produtos com reduzidos teores de gordura (Miller et al., 1980).

A redução do teor de gordura das carcaças também pode ser conseguida através de melhoramento genético. Nos últimos 20 anos, quantitativamente a redução foi de 6% em bovinos, 23% em suínos e 9% em ovinos. O nível de nutrição e o sistema de manejo são fatores que contribuem na composição da carcaça e conseqüentemente, nos cortes e produtos derivados (Colmenero, 1996).

Outra forma de contribuir significativamente para a redução da gordura em produtos cárneos é pela retirada das gorduras visíveis. Apenas retirando a gordura subcutânea e intermuscular é possível obter bifes de carne bovina, cortes para assados e carne moída bovina com, respectivamente, 8-13%, 27,4% e 10,2% menos gordura (Keeton, 1994). Segundo Teixeira (2000), apenas pela retirada da pele da coxa desossada para a produção de lingüiça de carne de frango é possível reduzir em 40% o teor de lipídeos totais no produto final.

2.4.2 Adição de água

A água pode ser usada para substituir a gordura em produtos cárneos com baixos teores de gordura até uma certa quantidade que depende de uma série de fatores, inclusive da legislação vigente, que estipula a quantidade máxima permitida (Colmenero, 1996). De acordo com a legislação americana, em salsichas e outros emulsionados cozidos, permite-se a substituição da gordura por água, desde que a soma desta combinação (água e gordura) no produto final não exceda 40% e o total de gordura não exceda 30% (Nabeshima, 1998). Porém, de acordo com o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Brasil, 1997), a adição máxima de água ou gelo no processamento de salsichas convencionais é de 10% e em lingüiças frescas a adição máxima é de 3%.

Ahmed et al., (1990), avaliando as características físicas e sensoriais de Lingüiças de Carne Suína, elaboradas com diferentes níveis de adição de gordura e água, não encontraram diferença significativa na palatabilidade global das mesmas ($p > 0,05$), sugerindo que alguns dos problemas físico-químicos e sensoriais associados a produtos com baixos teores em gordura podem ser eliminados pela adição de altas concentrações de água. Mas segundo Keeton (1994), a adição de água leva a uma diminuição na suculência, firmeza e rendimento ao cozimento, aumentando a dureza e a exsudação na embalagem. Esta adição pode afetar também a vida de prateleira, que pode ser reduzida com esta adição devido ao aumento na atividade de água (Aa), afetando também o sabor. Tratamentos mecânicos como pré-misturas e massagem são utilizados para melhorar a capacidade de ligação água/proteína e proteína/proteína. Porém, geralmente há a necessidade de utilizar

outros ingredientes para melhorar as propriedades de ligação (Claus et al., 1990). Os mesmos autores, ao trabalharem com salsichas com reduzido teor de gordura (10%), e 30% de adição de água, concluíram que esses produtos apresentaram pouca capacidade de retenção da mesma, comprovada pelas perdas ao cozimento e exsudação na embalagem. A umidade dos produtos com reduzidos teores de gordura foi de aproximadamente 74% e do grupo controle 56%. A pouca capacidade de ligação da água quando se utiliza 30% de adição é explicada pela diminuição da força iônica das proteínas, sendo que a adição de 3% de sal pode aumentar a força iônica, porém nestes produtos essa quantidade de sal não é aceitável sensorialmente. No entanto, essas salsichas com reduzidos teores de gordura apresentaram-se mais macias e com melhor textura em relação ao controle, devido à adição da água.

2.4.3 Substitutos à base de proteínas

O valor nutricional das proteínas da dieta é função da sua composição em aminoácidos essenciais, da sua digestibilidade e, do seu posterior metabolismo (Bos et al., 2000, citado por Torres, 2005).

Proteínas animais e vegetais têm sido utilizadas na fabricação de produtos cárneos com melhorias no rendimento, redução de custos das formulações e para garantir propriedades funcionais específicas como capacidade de retenção de água, emulsificação e gelatinização (Trindade, 1998). As proteínas da soja, nas formas de farinha, concentrados e isolados, vêm sendo bastante utilizadas nos produtos convencionais e muitas de suas propriedades podem ser empregadas em produtos cárneos com baixos teores de gordura (Colmenero, 1996).

Rahardjo et al. (1994), utilizaram leite de soja (3%) para elaborar lingüiça suína com 10% de gordura e compararam com um controle contendo 40% de gordura. Os resultados, segundo os autores, mostraram vários benefícios, como redução no teor de gordura (em 40%), melhoria no rendimento de cozimento (25%) e melhoria na textura, sem alteração do sabor. Geralmente, com altos níveis de incorporação de proteínas de soja, as perdas no cozimento, nas calorias, no aroma de carne, na força de cisalhamento e outros parâmetros diminuem, enquanto a maciez e a suculência aumentam (Keeton, 1994).

Uma boa opção em relação ao uso de ingredientes protéicos é a utilização de proteínas lácteas, como caseinatos, leite e as proteínas do soro do leite (Trindade, 1998). Estas últimas têm, no seu conjunto, um perfil em aminoácidos próximo dos padrões de necessidades recomendados pela FAO/WHO (Food and Agriculture Organization e World Health Organization). Juntamente com sua composição associa-se a boa digestibilidade, o que faz com que o valor biológico destas proteínas seja alto quando comparado com outras proteínas alimentares (Torres, 2005). O seu uso é legalmente permitido para produtos cárneos em quase todos os países (Ellekjaer et al., 1996).

Yetim et al., (2001), estudando o uso de soro do leite em produtos cárneos cominuídos, avaliaram os seus efeitos nas propriedades físico-químicas e sensoriais de salsichas tipo frankfurter, concluindo que o soro líquido do leite pode substituir com eficiência até 100% do gelo utilizado nas formulações dessas salsichas, para diminuir a temperatura da massa cárnea, que sofre aquecimento ao longo das etapas de emulsificação, conferindo propriedades funcionais a esses produtos.

2.4.4 Substitutos à base de carboidratos

Assim como os substitutos à base de proteínas, os carboidratos têm sido amplamente empregados no preparo de produtos cárneos tradicionais, por serem bons estabilizantes e ligadores. Considerando essas propriedades, muitos pesquisadores têm estudado o emprego destes ingredientes como substitutos da gordura (Pardi et al., 1996). Segundo, Summerkamp e Hesser (1990), alguns carboidratos ou ingredientes à base de carboidratos têm sido usados por mais de uma década para substituir totalmente ou parcialmente as gorduras ou óleos numa grande variedade de alimentos.

Os amidos, gomas, hemiceluloses e celulose são usados de diversas maneiras para promover parcialmente a funcionalidade da gordura em alimentos com reduzido teor da mesma. Essas substâncias mimetizam a cremosidade e a maciez devido à gordura, principalmente pela retenção de umidade, aumento do volume dos sólidos e aumento da viscosidade (Lindsay, 1996).

Os amidos são obtidos de cereais e de outros vegetais, sendo que os mais conhecidos são o trigo, o centeio, a cevada, o arroz, o milho, a batata e a mandioca. Eles são usados em larga escala por um grande número de indústrias, como coadjuvantes de ligas em massas, por sua propriedade de formação de gel sob aquecimento, onde os grânulos formados incham, e se rompem, gelatinizando-se na presença de água. O amido é usado para diminuir os custos dos produtos, além de ajudar a reter água entre as porções gelatinizadas nos produtos cárneos (Teixeira, 2000). A resolução nº 12/78, da ex-CNNPA, classifica os amidos e féculas em geral como ligadores ou substâncias de enchimento (Pardi et al., 1996).

Colmenero et al., (1996) estudando o efeito da estocagem em temperatura de congelamento sobre a capacidade de retenção de água e textura, em mortadela produzida com diferentes níveis de adição de gordura (7,7; 12,8 e 20,1%) e diferentes proporções de amido (0; 5 e 10%), constataram que as mortadelas com alto teor de gordura demonstraram melhores propriedades de retenção de água do que as de baixo teor. A estocagem em temperatura de congelamento prejudicou as propriedades de ligação, e este efeito foi proporcional à quantidade de gordura. Em geral, a adição de amido causou um aumento na força de cisalhamento, diminuindo a elasticidade e favorecendo a estabilidade ao congelamento. A vantagem da utilização do amido é seu baixo custo, tecnologia conhecida e aceitabilidade por parte dos consumidores (Giese, 1992).

O artigo 414 do RIISPOA permite, para os produtos convencionais, a adição de, no máximo 2% de fécula para salsichas e de 5% para mortadelas. Se o produto apresentar teores acima do permitido pelo Regulamento, esse deve apresentar no rótulo a quantidade do ingrediente adicionado (Brasil, 1997).

Seabra et al., (2002), estudando a substituição de gordura por fécula de mandioca e farinha de aveia em hambúrguer de carne ovina, encontraram menores teores de gordura, menor encolhimento, menor força de cisalhamento e maior rendimento e capacidade de retenção de água nas formulações utilizando os substitutos. Não foram detectadas diferenças significativas na aceitação global dos produtos com diferentes formulações.

Pszczola (1991), ao estudar a adição de farelo de aveia, nas proporções de 3% e 5%, em hambúrguer e lingüiça suína, verificou redução de, respectivamente, 38 e 75 % da gordura e 15 e 20 % do colesterol. Este

farelo tem a propriedade de reter umidade, aumentando a suculência, além de produzir uma sensação à boca comparável à proporcionada pela gordura. Mas a má utilização ou a utilização em excesso de farelo de aveia ou de fibra de aveia, pode resultar em pobre capacidade de retenção de água, causando dificuldade na formação e estabilidade da massa, diminuição da coloração do produto, textura quebradiça após o cozimento, aparecimento de sabores desagradáveis, normalmente não relacionados a carne bovina, além da diminuição da vida de prateleira de produtos refrigerados.

As carragenas são polissacarídeos hidrossolúveis, consideradas agentes espessantes e geleificantes extraídas de algas marinhas vermelhas, que são distribuídas pelos continentes (Shand et al., 1990, citado por Teixeira, 2000). Segundo Giese (1992), em produtos em que a carragena é adicionada, o sal (cloreto de sódio) é recomendado, principalmente em produtos com baixo teor de gordura, pois o sal inibe o poder de retenção de umidade da carragena, além de diminuir a extração das proteínas, eliminando características sensoriais indesejáveis como textura muito firme. A utilização de iota-carragena melhorou a maciez e suculência de hambúrgueres com 5% e 10 % de gordura e foi efetiva na produção de salsichas com reduzido teor de gordura. Já os tratamentos que utilizaram as gomas guar e xantana resultaram em produtos com sabores desagradáveis e menos firmeza e elasticidade do que o tratamento controle (teor normal de gordura) (Berry et al., 1996). As diferentes gomas não exibem o mesmo comportamento e seus efeitos mudam de acordo com o tipo de produto (Colmenero, 1996).

Figueiredo et al., (2002), ao estudarem a utilização da mistura de WPC-goma xantana, como substitutos da gordura em salsichas tipo Viena, verificaram que a substituição total da gordura por essa

mistura não é aconselhável do ponto de vista sensorial, por tornar a textura dos produtos mais dura e com um sabor desagradável. Já a substituição parcial foi possível, não depreciando sensorialmente os produtos.

A incorporação de 0,3% de hidroxipropilmetilcelulose em hambúrguer com baixo teor de gordura, para melhorar a performance do concentrado protéico do soro que foi usado como substituto da gordura na proporção de 4%, resultou em efeitos negativos, piorando os parâmetros de cozimento, a suculência e o sabor do produto (El-Magoli et al., 1996).

2.4.5 Compostos Sintéticos

Os substitutos sintéticos como polidextrose, olestra e poliéster de sacarose são substâncias resistentes à hidrólise pelas enzimas digestivas, compreendendo outro grupo de substitutos parciais ou totais de gorduras. Eles diferem das gorduras convencionais pelo fato de não serem absorvidos pelo organismo, passando pelo sistema digestivo sem sofrerem alterações, portanto não contribuem com calorias no produto em que estão sendo usados (Summerkamp e Hesser, 1990).

2.5 O SORO DO QUEIJO

O soro é a fração solúvel do leite, rico em proteínas, minerais e lactose, que separa-se durante a precipitação da caseína ou a fabricação de queijos (De La Fuente et al., 2002). Para a indústria, existem dois tipos

de soro de leite, o soro ácido ($\text{pH} < 5,1$) e o soro doce ($\text{pH} > 5,6$). O soro ácido é o subproduto da fabricação da caseína alimentar ou ainda de queijos que sofreram acidificação do leite pela adição direta de ácido, ou pela produção *in situ* de ácido através da fermentação láctica. O soro doce é o subproduto da produção de queijo, obtido após o tratamento do leite com quimosina, enzima que ataca especificamente a K-caseína liberando o polipeptídeo C-terminal de 64 aminoácidos que aparece no soro doce, o caseino-macropéptido (Mulvihill e Donovan, 1987; De La Fuente et al., 2002).

As duas principais frações que constituem as proteínas do leite são as caseínas, que constituem 80% destas e as proteínas do soro que representam os 20% restantes. As proteínas do soro têm características diferentes da caseína, sendo menores, globulares, compactas, solúveis em diferentes faixas de pH, termolábeis e não coaguláveis pela renina, possuindo ainda propriedades hidrofóbicas e hidrofílicas (Sensidoni, 1994).

A produção mundial de soro de queijo aumentou durante a década de 90, passando de aproximadamente 80 milhões de toneladas no ano de 1994 para 90 milhões em 2000. A produção de soro está associada à fabricação de queijo, sendo produzidos aproximadamente de 9 a 11 Kg de soro para cada Kg de queijo (McIntosh et al., 1998; Torres, 2005).

O soro é constituído de 95 a 98% da lactose do leite, cerca de 20% das proteínas e grande parte das vitaminas hidrossolúveis e minerais (tabela 3) (Smithers et al., 1996).

Tabela 3. Composição típica do leite e do soro do queijo.

Componentes	Concentração	
	Leite (g/100g)	Soro (g/100g)
Caseína	2,8	0,0
Proteínas do soro	0,7	0,7
Gordura	3,7	0,05
Cinzas	0,7	0,7
Lactose	4,9	4,7
Sólidos Totais	12,8	6,35

FONTE: Smithers et al. (1996).

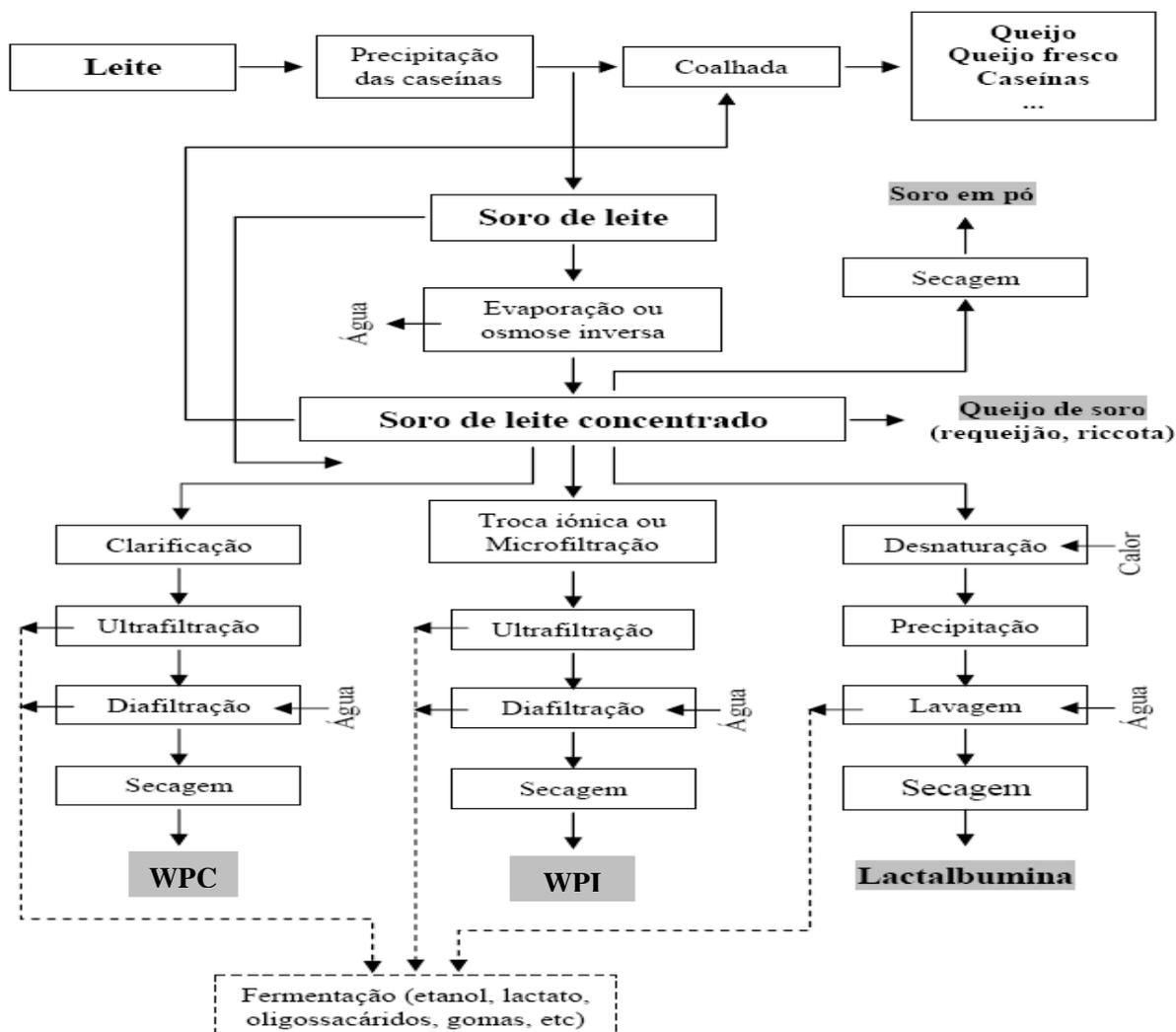
As proteínas e a lactose presentes no soro do queijo são responsáveis por uma alta demanda biológica de oxigênio, exigindo um sistema integrado de tratamento deste subproduto para minimizar o seu descarte no ambiente e os possíveis efeitos ambientais. As severas regulamentações ambientais em todo o mundo têm encorajado cada vez mais as indústrias de produtos lácteos a reconsiderarem a utilização do soro (Smithers et al. 1996). Assim, o soro de queijo que era visto como um resíduo sem valor comercial, descartado no ambiente ou incorporado em rações animais, atualmente está sendo tratado como um produto de elevado valor agregado, inclusive devido as suas excelentes propriedades funcionais e nutricionais (Malcata, 1999).

O soro em pó é um ingrediente tradicional na indústria de alimentos, com aproximadamente 13% de proteína, representando a 1ª geração de produtos resultantes da valorização do soro de queijo (Huffman e Harper, 1999).

Na primeira metade do século XX, pesquisadores tentaram desenvolver

tecnologias capazes de concentrar ou separar em grande escala os componentes de maior interesse sob os pontos de vista nutricional e tecnológico do soro de queijo, que são as proteínas (Figura 1). Em 1940, apareceu no mercado internacional um produto derivado do soro com alto teor de proteínas, a lactalbumina (não é a α -lactalbumina que é uma das proteínas do soro), obtido por meio da desnaturação das proteínas por aquecimento e consequente precipitação sob pH controlado. Nas três últimas décadas, foram desenvolvidos novos processos que permitem obter produtos com altos teores em proteínas, os Concentrados Protéicos de Soro (WPC) e os Isolados Protéicos de Soro (WPI), preservando assim as suas propriedades intrínsecas. A produção dos ingredientes protéicos ocorre por meio da utilização, de três processos de membranas, a microfiltração, a ultrafiltração e a osmose reversa. A diafiltração é um processo de ultrafiltração onde o retentado é diluído em água e recirculado no sistema de filtração permitindo conseguir produtos com maiores teores de proteínas (Huffman e Harper, 1999).

Figura 1. Diagrama geral do aproveitamento do soro – fabricação dos ingredientes protéicos do soro.



FONTE: Huffman e Harper (1999).

2.5.1 Proteínas do soro do queijo

O soro do queijo é constituído por uma mistura de várias proteínas (Tabela 4). Elas são, na maioria, proteínas globulares e daí resultam muitas das suas propriedades funcionais e fisiológicas (Torres, 2005).

A concentração dos constituintes do leite varia ao longo do ciclo de lactação dos mamíferos (Simpson e Nicholas, 2002). As

principais proteínas do soro são a α -lactalbumina e a β -lactoglobulina, que correspondem a, respectivamente, aproximadamente 25% e 55% do total das proteínas do soro com ponto isoelétrico em, respectivamente, pH 4,4 e 5,4. Elas são desnaturadas pelo calor e interagem resultando na coagulação ou formação de gel, dependendo da concentração de proteína, do pH, da composição iônica e da temperatura (Morr, 1992).

Tabela 4. Composição protéica do soro do queijo.

Proteínas do soro do queijo	(g/100g)
β -lactoglobulina	0,2 – 0,4
α -lactalbumina	0,06 – 0,17
Albumina do soro	0,04 – 0,05
Imunoglobulinas	0,07 – 0,10
Glicomacropéptido	0,10 – 0,20
Lactoferrina	0,002 – 0,02
Lactoperoxidase	0,003
Lisozima	0,00004
Proteose peptona	0,06 – 0,18
Outras	0,08

FONTE: adaptado de Torres (2005).

A recuperação integral ou concentração das proteínas do soro do queijo é feita por meio de técnicas de ultrafiltração e diafiltração, para concentração das proteínas e remoção da lactose, minerais e outros componentes de baixo peso molecular (De La Fuente et al., 2002). Após sua recuperação, estas proteínas poderão originar substitutos da gordura com diversificadas propriedades. O efeito da concentração, juntamente com o controle do pH e temperatura, resultam em propriedades funcionais diversificadas, como formação de géis e estabilização de espumas e emulsões (Yamauchi et al., 1980; Morr, 1992).

O WPC é um produto com elevada proporção de proteínas, devido à remoção seletiva de sólidos não protéicos, como a lactose e os minerais (Morr, 1992).

Geralmente, as concentrações protéicas em WPC comercial variam entre 34 e 85%, sendo normalmente referido o teor protéico na denominação comercial do produto. Assim, WPC80 terá um teor de proteínas aproximado de 80%. Os WPI têm concentrações superiores a 90% (Giese, 1994; Huffman e Harper, 1999).

As composições de alguns preparados protéicos (WPC e WPI), existentes no mercado americano e europeu, são apresentadas na tabela 5. É possível observar uma considerável variabilidade na composição que pode ser explicada pelas diferenças na composição inicial do soro, o que depende da composição do leite e, principalmente dos processos de obtenção do queijo ou caseínas (Morr e Foegeding, 1990; Giese, 1994).

Tabela 5. Composição aproximada de WPC e WPI

	Composição (g/100 g)					
	Proteína	Lactose	Gordura	Cinzas	Umidade	pH
WPC 80	72,0 – 76,6	2,13 – 5,75	3,30 – 7,38	2,52 – 6,04	4,14 – 6,01	6,15 – 7,08
WPI	88,6 – 92,7	0,1 – 0,46	0,39 – 0,67	1,37 – 2,15	2,40 – 5,57	7,09 – 7,39

FONTE: Adaptado de Morr e Foegeding (1990).

A β -lactoglobulina, principal proteína do soro do queijo de ruminantes ($\approx 50\%$), está ausente no leite humano e de outros monogástricos. Esta proteína, devido a sua composição e conformação, se liga a pequenas moléculas hidrofóbicas (Koistinen et al., 1999; citado por Torres, 2005). Em soluções com pH entre 3,5 e 5,2 a β -lactoglobulina associa-se para formar octâmeros. Em pH superior ao ponto isoeletrico (5,2) a forma predominante passa a ser a dimérica e quando o pH está entre 3,5 e 6,5 as formas multiméricas começam a dissociar-se devido a repulsão eletrostática (Pessen et al. 1985, citado por Torres, 2005). Esta proteína apresenta excelentes propriedades emulsificantes, contribuindo na elaboração dos produtos com baixos teores de gordura (Fonseca, 1999). Um método eficiente de extração foi desenvolvido e permite a obtenção de duas frações protéicas distintas, uma contendo pelo menos 95% de α -lactalbumina e outra com 90% de β -lactoglobulina a partir de soro e de concentrados protéicos de soro (Fonseca e Bradley, 2005).

2.5.2 Propriedades funcionais das proteínas do soro

O conceito de alimento funcional tem sido muito difundido há alguns anos. Um alimento é considerado funcional “quando for satisfatoriamente demonstrada a ação benéfica em uma ou mais funções orgânicas, além dos efeitos nutricionais adequados, relevantes para um bom estado de saúde e/ou redução do risco de doença” (Ashwell, 2002 citado por Torres, 2005).

Pesquisas feitas na última década revelaram a existência de vários componentes bioativos no soro de leite. Estes componentes podem ser incorporados em vários alimentos de forma a conferir funções biológicas específicas. Os recentes avanços nas técnicas de processamento das

proteínas do soro, com especial atenção para as técnicas de fracionamento, permitem produzir múltiplos ingredientes, com elevados graus de pureza, para várias aplicações, entre as quais se destacam as dietas clínicas, os alimentos funcionais, os alimentos para desportistas e os fármacos (Korhonen, 2002).

As propriedades funcionais são o elo entre as propriedades físico-químicas e as características sensoriais dos alimentos. As proteínas do soro possuem propriedades físico-químicas que lhes conferem propriedades funcionais interessantes para aplicações alimentares. As propriedades funcionais das proteínas do soro incluem: boa solubilidade em água; capacidade de transportar pequenas moléculas lipofílicas (caso da β -lactoglobulina) e íons (caso da lactoferrina); ação tensoativa - permite a obtenção e estabilização de sistemas bifásicos (emulsões e espumas); propriedades gelificantes - possibilitam a retenção de grandes quantidades de água e outras pequenas moléculas dentro da matriz, conferindo estabilidade aos alimentos (Korhonen, 2002).

A gelificação das proteínas do soro pode ser induzida por vários fatores físicos e químicos desde que, depois de uma alteração da estrutura nativa da proteína (desnaturação), se estabeleçam interações proteína-proteína (agregação) que originem uma rede tridimensional. O aparecimento da rede tridimensional (fração gel) ocorre quando o número de interações atinge um valor crítico. Se a concentração protéica não for suficiente, a rede tridimensional não se forma e à agregação segue-se a precipitação dos agregados protéicos. A concentração crítica de gelificação (C_0) de uma proteína depende das condições do meio em que está inserida (condições de pH, força iônica, tipo de sal, etc.). Para a β -lactoglobulina, em condições de baixa força iônica, C_0 é de 12,2% para pH próximo de 7, enquanto que se aproxima dos 7%

quando o pH está entre 2 e 3; no entanto, estes valores baixam quando a força iônica do meio é ligeiramente aumentada (Gosal e Ross-Murphy, 2000, citado por Torres, 2005).

No momento da gelificação, apenas alguns agregados protéicos estão incorporados na incipiente rede inicial. À medida que a gelificação prossegue, a fração não agregada diminui, aumentando a “solidez” do gel. A quantidade de proteína agregada no momento da gelificação é determinante na estrutura espacial do gel final, e na sua permeabilidade (propriedade relacionada com a capacidade de retenção de água). As condições externas (temperatura, pH e força iônica) balanceiam as forças de atração e de repulsão entre proteínas e entre a proteína e o solvente que, conseqüentemente, afetam as taxas de desnaturação e de agregação, determinando assim a estrutura final do gel (Torres, 2005).

O aquecimento é o processo clássico de desnaturação, que ocorre em diferentes proteínas do soro quando submetidas a diferentes temperaturas; além disso, a temperatura de desnaturação de cada uma depende de condições extrínsecas. A temperatura de desnaturação da β -lactoglobulina diminui de 82°C para 64,6°C quando o pH aumenta de 3,5 para 8,0, enquanto que a temperatura de desnaturação da α -lactalbumina aumenta ligeiramente de 59°C para 62°C quando o pH aumenta de 3,5 para 7,5. Devido a maior proporção em relação às outras proteínas, a β -lactoglobulina desnaturada determina as propriedades de gelificação dos produtos à base de proteínas do soro de queijo (De Wit e Klarenbeek, 1984).

A capacidade de retenção de água é uma das principais e desejáveis propriedades funcionais de um gel. A água é retida na estrutura do gel por forças de capilaridade ou, simplesmente, é aprisionada na malha gelificada. Durante o processo de

gelificação, o arranjo da estrutura tridimensional pode levar à exclusão de parte da água inicial. Este processo de exsudação, a que chamamos sinérese, pode continuar ao longo do tempo de existência do gel (Torres, 2005).

Os hidrolisados de proteínas de soro, por si só ou como ingredientes de vários alimentos, têm elevado potencial de aplicação do ponto de vista nutricional e do ponto de vista tecnológico (Torres, 2005).

As propriedades funcionais das proteínas refletem nas propriedades hidrodinâmicas, propriedades de superfície ou interfásicas e propriedades moleculares. As propriedades hidrodinâmicas incluem capacidade de absorção e retenção de água, adesão, solubilidade, dispersibilidade, viscosidade, suculência, intumescimento, dentre outras. São dependentes das interações proteína-água e afetadas pelo tamanho, forma e flexibilidade das moléculas protéicas. As propriedades de superfície das proteínas são determinadas pelas características hidrofílicas, hidrofóbicas, eletrostáticas e estéricas e estão relacionadas com as características interfásicas referentes à tensão superficial envolvida nos mecanismos de emulsificação, formação de espumas, estabilização de sistemas coloidais, dentre outras. As propriedades moleculares envolvem propriedades que intervêm em fenômenos como gelificação, precipitação e formação de fibras e massas viscoelásticas, importantes na elaboração de massas alimentícias (Mendes, 1998).

Sob condições específicas, dependentes da concentração protéica, pH, composição iônica, e temperatura, as proteínas do soro, quando aquecidas são desnaturadas, estando sujeitas a interações que resultam em coagulação ou gelatinização, além de criar pontos adicionais para ligação de moléculas de água. Isto aumenta a viscosidade da solução e a retenção de água, reduzindo as perdas ocorridas durante o cozimento,

melhorando o rendimento e contribuindo para a suculência final de alimentos embutidos, reestruturados ou de carnes cominuídas (Morr, 1992).

A principal propriedade funcional do WPC, além da incorporação de proteína ao produto, é a capacidade de formação de gel, com retenção significativa de água e de compostos não protéicos. Esta propriedade confere ao produto textura lisa e cremosa similar ao produto com teor integral de gordura (Yamauchi et al., 1980).

Vários estudos têm dado ênfase aos ingredientes lácteos, sobretudo ao concentrado protéico do soro (WPC), devido ao seu alto valor nutricional, fornecendo aminoácidos essenciais em quantidade significativa e por suas propriedades funcionais (Yamauchi et al., 1980).

Nas carnes e produtos cárneos, a solubilidade, a hidratação e capacidade de retenção de água são importantes por interferirem significativamente nos atributos de textura, suculência e maciez destes produtos (Mendes, 1998).

Não existem padrões internacionais para fixar a quantidade máxima de adição de WPC em produtos cárneos processados. O

U.S. Dairy Export Council recomenda que as proteínas do soro sejam limitadas pelo conteúdo de proteínas não cárneas, a, no máximo, 3,5% no produto final, se o substituto tiver menos que 90% de proteína no peso seco. Se o substituto tiver mais que 90% de proteína como é o caso dos isolados protéicos do soro, sua adição fica limitada a 2,0% no produto final (Keaton, 1999).

Quando o WPC é submetido a fracionamento obtêm-se diversas frações com propriedades funcionais complementares. A proteína β -lactoglobulina, que representa a maior proteína encontrada no soro do queijo, pode ser isolada por diversas técnicas de fracionamento. Uma fração contendo esta proteína apresenta excelentes propriedades emulsificantes do tipo óleo/água (Fonseca, 1999).

Os concentrados protéicos do soro têm sido amplamente estudados e aplicados em várias pesquisas, devido à capacidade de formação de gel, boa viscosidade, poder emulsificante, capacidade de retenção de água e capacidade espumante, tornando-os viáveis na elaboração de vários produtos alimentícios (Mendes, 1998). Algumas propriedades dos concentrados protéicos do soro nos alimentos são mostradas na tabela 6.

Tabela 6. Propriedades importantes dos concentrados protéicos de soro em diversos alimentos

Categoria do Produto	Propriedades Desejadas
Carnes cominuídas, embutidos e surimi	Emulsificação; retenção de água; retenção/incorporação de gordura; solubilidade; viscosidade inicial baixa; gelificação; valor nutricional.
Molhos, sopas e caldos de carne	Solubilidade; emulsificação; retenção de água/viscosidade; valor nutricional.
Queijo processado	Emulsificação; retenção de água; valor nutricional; gelificação.
Panificação	Emulsificação; coagulação; aeração; retenção de água; sabor lácteo e desenvolvimento de cor; gelificação; solubilidade; valor nutricional.
Iogurte	Solubilidade; retenção de água; valor nutricional.

FONTE: adaptado de Akoh (1998).

2.6 TEXTURA

A textura ou força de cisalhamento é a quantidade de força ou de tensão necessária para cisalhar uma amostra. Ela pode ser medida através de métodos objetivos como o texturômetro ou por métodos subjetivos como a análise sensorial. A avaliação instrumental da textura é o método mais utilizado atualmente em pesquisas envolvendo produtos cárneos, e o equipamento mais utilizado é o tipo Warner-Bratzler (WBS), onde os resultados da força de cisalhamento são expressos em Kgf (Heinemann, 2002). Shackelford et al., (1991), utilizando uma equipe de julgadores treinados, determinaram através da análise de regressão a correlação entre a força de cisalhamento medida instrumentalmente e aquela determinada sensorialmente. Estes autores encontraram que o valor de 4,6 Kgf medido pelo equipamento Warner-Bratzler contou com segurança de 88,6% para ser determinado como um padrão de maciez, quando avaliado por consumidores. Resultados semelhantes foram encontrados por Huffman et al., (1996), que estudando o efeito da maciez da carne bovina na satisfação do consumidor, concluíram que os consumidores conseguiam avaliar a maciez da carne com precisão e consistência com os valores objetivos medidos por meio do equipamento Warner-Bratzler. Os valores de força de cisalhamento iguais ou inferiores a 4,1 Kgf, medidos através desse equipamento, foram correlacionados com altos níveis de aceitação da carne pelo consumidor. Miller et al., (1995), em pesquisas para determinar a aceitabilidade da maciez de carnes por consumidores, afirmaram que, quando a força necessária para cisalhar uma amostra é baixa, a maciez medida sensorialmente é elevada proporcionalmente, sugerindo que os consumidores podem detectar alterações na maciez de forma similar ao equipamento de medição.

2.7 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial é considerada uma disciplina científica, utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações produzidas pelas características de qualidade de um alimento e de outros produtos do modo como são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição. A tecnologia sensorial desenvolveu-se muito nos últimos anos e um número considerável de especialistas vem utilizando os seus resultados como meio auxiliar em suas tomadas de decisão (Chaves, 1990).

Os métodos sensoriais são classificados em métodos afetivos, discriminatórios, descritivos e testes de qualidade. Eles variam de acordo com o objetivo do teste, com o critério de seleção dos julgadores e com a tarefa específica de cada julgador (Chaves, 1990; Cândido e Campos, 1995).

Os métodos afetivos são testes que medem atitudes subjetivas, como aceitação ou preferência de um produto. Nestes tipos de testes a tarefa do julgador é indicar a preferência ou aceitação por meio de seleção, ordenação e/ou pontuação das amostras. A escala hedônica é um exemplo deste tipo de teste, em que os julgadores são geralmente consumidores atuais ou potenciais do produto (Poste et al., 1991).

Os testes de aceitação em laboratório, geralmente são feitos com 25 a 50 julgadores. Em estudos de campo, onde a população é utilizada para julgamento de um produto em questão, o número mínimo é de 75 a 200 ou, dependendo do estudo, até maior número de julgadores. A escala de classificação hedônica é usada para medir o nível de “gostar” de um produto pela população. Este método é baseado na capacidade das pessoas de expressarem seus sentimentos de “gostar” ou “desgostar” de forma direta e confiável (Chaves, 1990).

A escala hedônica é utilizada para medir o comportamento humano. É o teste mais comum para medir o grau de aceitação de um produto, e consiste numa série de pontos onde os panelistas expressam o quanto gostaram ou não da amostra. As escalas variam de tamanho, apesar de a escala de nove pontos ser a mais utilizada. As amostras são codificadas e servidas identicamente umas às outras, com ordem de apresentação aleatória para cada julgador e podem ser servidas simultaneamente ou uma de cada vez. As respostas são convertidas a valores numéricos variando de um para “desgostei extremamente” a nove para “gostei extremamente”, na escala de nove pontos. Os dados são analisados de acordo com o número de amostras avaliadas, podendo ser analisados pelo teste t de student, se somente duas amostras forem avaliadas ou pela análise de variância, se três ou mais amostras forem avaliadas (Peryam e Pilgrim, 1957; Poste et al., 1991).

Para a execução da análise sensorial é necessária uma área física especial, onde as distrações sejam minimizadas e os fatores externos sejam controlados ao máximo. Os procedimentos padrões para o planejamento e condução dos painéis sensoriais devem ser desenvolvidos para minimizar ou controlar o efeito que o erro psicológico e as condições físicas possam ter no julgamento humano. Qualquer informação que os julgadores recebam sobre o teste pode influir no resultado, deste modo eles devem receber apenas as informações necessárias para a condução do teste (Poste et al., 1991).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 OBTENÇÃO E PADRONIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

O experimento foi conduzido no Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal da Escola de Veterinária da UFMG. Na fabricação das Lingüiças de Carne Suína utilizou-se o corte comercializado ao nível de varejo, Paleta ou Pernil Dianteiro, desossado limpo (sem pele e gordura aparente), resfriado a aproximadamente 4° C e gordura proveniente de toucinho comum, sem pele. Os outros componentes da formulação foram: sal (NaCl), sal de cura, condimento, fixador de cor, açúcar, vinho branco e água. A paleta suína e o toucinho foram provenientes de suínos com peso vivo médio de 100 Kg, machos, castrados e padronizados quanto a idade e raça, obtidos de um mesmo produtor rural e abatidos no Matadouro-Frigorífico Frigobet, sob controle higiênico-sanitário e tecnológico do Serviço de Inspeção Federal (SIF) em Betim, Minas Gerais.

As paletas chegaram desossadas e limpas da indústria, mas qualquer gordura externa aparente e cartilagens residuais foram retiradas. A partir daí a carne foi separada para a elaboração dos sete tratamentos. A carne foi separada em duas partes, uma para a elaboração do tratamento controle, e a outra para os demais tratamentos. Em seguida foram moídos simultaneamente em moedor marca_Siemen PS22, equipado com disco de 8mm e posteriormente colocados em bandeja para adição e pré-mistura dos ingredientes na seguinte ordem: sal (NaCl), sal de cura (Duas Rodas Indústria[®], contendo nitrito e nitrato de sódio), água gelada, açúcar, fixador frescal (Duas Rodas Indústria[®], contendo sal refinado, dextrina, eritorbato de sódio, ácido cítrico e antioxidante), condimentos (Temperx LP-200[®] da Adicon[®], contendo especiarias e óleos essenciais) e vinho

branco suave; a cada ingrediente adicionado, a massa foi bem misturada. adicionada após a adição do sal de cura, mas sim, no final, juntamente com o acréscimo das proteínas, pois estas foram solubilizadas em água para serem adicionadas à massa.

A massa para a preparação dos seis tratamentos com reduzido teor de gordura foi então dividida somente no momento da adição das proteínas, para diferirem somente em relação a está variável. Após a incorporação das proteínas, a massa foi bem misturada e posteriormente acondicionada em bandejas tampadas, para curar por 48 horas à temperatura de aproximadamente 4 °C. Decorrido este período foram então embutidas em tripa suína de médio calibre. A seguir foram acondicionadas em duas porções individualizadas por tratamento para as análises na semana da fabricação e após a 1ª semana de armazenamento. Todas as amostras foram mantidas sob refrigeração (aproximadamente 4°C) até o momento das análises. Os tratamentos utilizados foram: tratamento 1 ou grupo controle, adicionado de 20% de gordura; tratamento 2, 3 e 4, adicionados de 10% de gordura e, respectivamente, 0,2% , 0,5% e 1,0% de WPC. Os tratamentos 5, 6 e 7 foram adicionados de 10% de gordura e, respectivamente, 0,1%, 0,3% e 0,6% de fração protéica com alto teor de β -lactoglobulina (doravante denominada “ β -lactoglobulina”).

3.2 A LINGÜIÇA DE CARNE SUÍNA

As lingüiças foram fabricadas no Laboratório de Tecnologia de Carne do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal da Escola de Veterinária da UFMG. Foram desenvolvidas sete diferentes formulações referentes a cada um dos sete tratamentos, sendo uma formulação controle com 20%

Para a preparação das lingüiças com reduzido teor de gordura, a água não foi de gordura e seis formulações com reduzidos teores de gordura, com variação na proteína utilizada e/ou a porcentagem de substituição. Foram preparados 2,5 Kg de lingüiça por tratamento por semana, e estas foram separadas em duas porções equivalentes de aproximadamente 1,25 Kg. Uma parte foi utilizada para as análises sensoriais e físico-químicas logo após a produção das Lingüiças de Carne Suína e a outra foi armazenada sob refrigeração por sete dias, e analisada posteriormente. O concentrado protéico de soro e a β -lactoglobulina foram pesados e dissolvidos em água, para depois serem adicionados à massa dos seus respectivos tratamentos. Foram realizadas cinco repetições, que foram divididas em duas fases, contendo todos os sete tratamentos. A quantidade total de lingüiça produzida para o experimento foi de aproximadamente 90,0 quilos, sendo fabricados aproximadamente 18 Kg de lingüiça por semana, totalizando 5 semanas de fabricação das mesmas. Em cada uma das fases foram realizadas análises físico-químicas e sensoriais de todos os sete tratamentos.

O Concentrado protéico do soro utilizado na fabricação das Lingüiças de Carne Suína dos tratamentos 2, 3 e 4, foi o WPC 033RQL, Estabgem[®], contendo mínimo de 33,5 % de proteínas lácteas, 3,5 a 3,6 de umidade e pH entre 6,5 a 7,5 e o Concentrado protéico com alto teor de β -lactoglobulina nos tratamentos 5, 6 e 7 foi obtido de acordo com Fonseca e Bradley (2005).

A composição das Lingüiças de Carne Suína está representada nas tabelas 7 e 8, e o fluxograma de produção destas, está representado na Figura 2.

Tabela 7. Composição padrão da Lingüiça de Carne Suína.

Matérias-primas/Ingredientes	Quantidade (%)
Paleta suína	80,0
Gordura suína	20,0
Água gelada	3,0
Sal (NaCl)	2,0
Sal de cura	0,2
Fixador frescal	0,3
Açúcar	0,2
Condimentos	0,2
Vinho branco	0,5

Tabela 8. Composição da Lingüiça de Carne Suína com reduzido teor de gordura.

Matérias-primas/Ingredientes	Quantidade (%)
Paleta suína	90,0
Gordura suína	10,0
Água gelada	3,0
Sal (NaCl)	2,0
Sal de cura	0,2
Fixador frescal	0,3
Açúcar	0,2
Condimentos	0,2
Vinho branco	0,5
	0,2
	0,5
	1,0
	0,1
Proteínas do soro do queijo	0,3
	0,6
	0,6

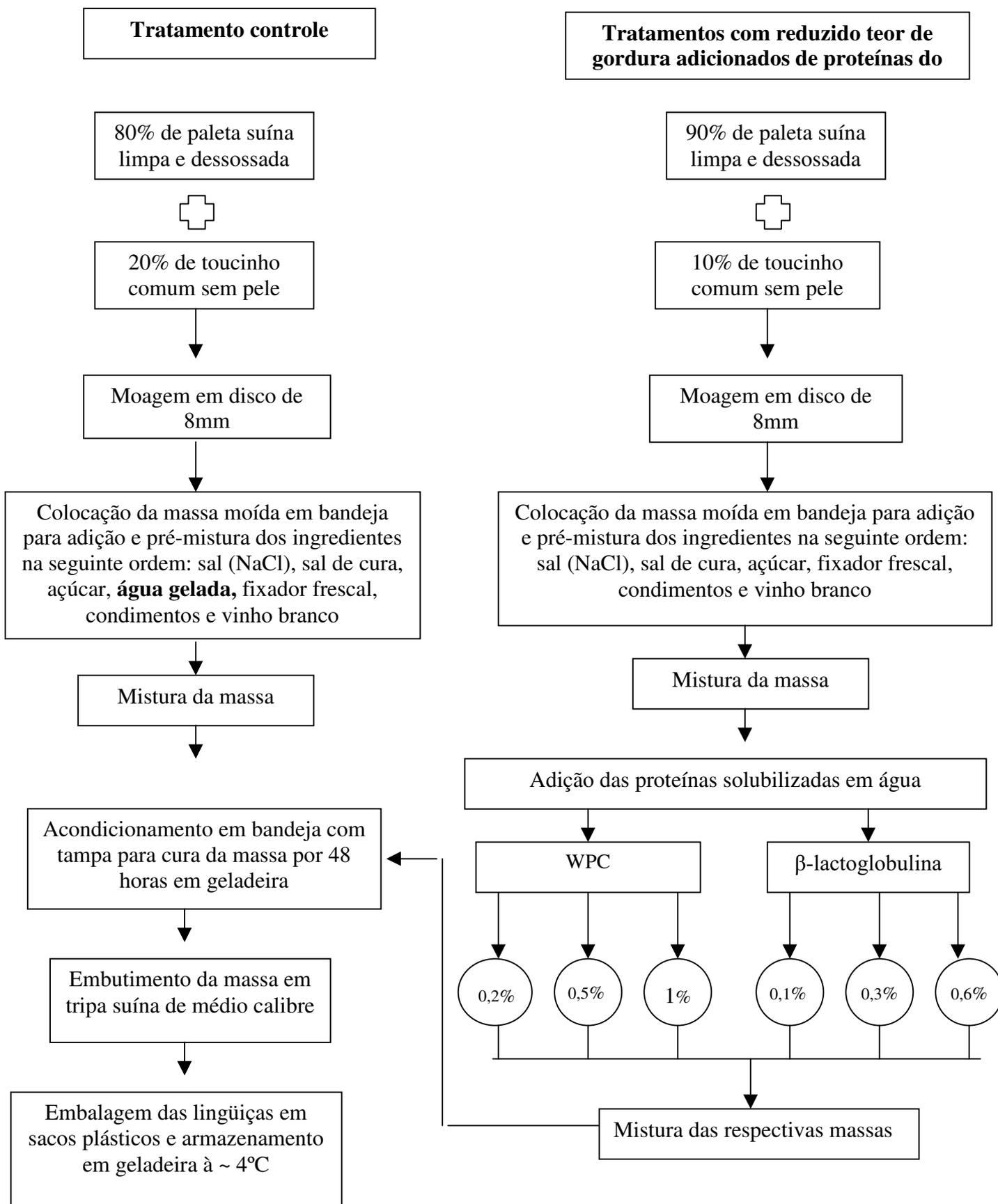
A tabela 9 mostra os custos dos ingredientes utilizados na fabricação das Lingüiças de Carne Suína. Estes preços foram obtidos no Comércio varejista na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, em Outubro de 2005.

O custo final das Lingüiças de Carne Suína foram determinados multiplicando-se o custo de cada ingrediente pela quantidade utilizada em cada tratamento.

Tabela 9. Custo dos ingredientes da Lingüiça de Carne Suína.

Matérias-primas/Ingredientes	R\$/Kg
Paleta suína	5,34
Gordura suína	1,96
Água gelada	0,00
Sal (NaCl)	0,90
Sal de cura	2,50
Fixador frescal	8,70
Açúcar	6,00
Condimentos	17,00
Vinho branco	4,00
WPC	15,40
β -lactoglobulina	22,00

Figura 2. Fluxograma da produção das Lingüiças de Carne Suína.



3.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As avaliações de umidade, atividade de água (Aa), pH, textura, e rendimento pós-cozimento, foram realizadas na 1ª e na 2ª semana de fabricação das lingüiças, pois esses parâmetros podem sofrer alterações após armazenamento. As determinações de proteína, gordura, cinzas, cloretos e valor calórico foram realizadas apenas na 1ª semana de fabricação das lingüiças. Todas as análises foram realizadas em duplicata.

A proteína foi determinada pelo método micro-Kjedahl; os lipídeos pelo método do butirômetro de leite; as cinzas foram determinadas pela eliminação da matéria orgânica e inorgânica volátil à temperatura de 550°C, em forno mufla; o sal/cloretos foi determinado pelo método argentométrico, ou método de Möhr. A umidade foi determinada pela perda de água e substâncias voláteis, em estufa à 105°C; o pH foi determinado utilizando pHmetro Analyser pH300M; todos de acordo com Instrução Normativa nº 20 de 21 de julho de 1999 (Brasil, 1999). A atividade de água foi medida através do aparelho Testo 400 (Testo..., 1999); para a medida da textura utilizou-se o Texturômetro TA-XT2 da Stable Micro System®, acoplado com lâmina *Blade Set* e célula de cisalhamento do tipo Warner Bratzler (Stable, 1998). As amostras foram colocadas individualmente na base do aparelho e posicionadas perpendicularmente à lâmina de cisalhamento. O rendimento pós-cozimento foi determinado por diferença de peso das lingüiças antes e após fritura por aproximadamente 15 minutos, em óleo de soja pré-aquecido em fogão industrial. A temperatura interna das lingüiças ao final da fritura foi de aproximadamente 82 °C e a temperatura do óleo de soja neste momento foi de aproximadamente 165 °C. O valor calórico das Lingüiças de Carne Suína foi obtido multiplicando-se o teor de lipídeos

por 9,0 Kcal/g e o teor de proteínas por 4,0 Kcal/g, somando-se posteriormente os resultados (Gaspar, et al., 1997).

3.4 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi realizada pelo método do Teste Afetivo de Aceitação com uso da Escala hedônica de oito pontos com 30 provadores não treinados (Poste et al., 1991; Chaves, 1990). A avaliação sensorial foi realizada na primeira e na segunda semana da fabricação das lingüiças, em cabines individuais do Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal da Escola de Veterinária da UFMG.

Logo após o preparo das amostras, elas foram cortadas em rodela de aproximadamente 0,5 cm de diâmetro, colocadas em potes plásticos identificados e armazenadas em isopor para manter a temperatura, até o momento em que foram servidas aos avaliadores. Aproximadamente 30 gramas de cada amostra foi servida em copinhos plásticos descartáveis, colocados aleatoriamente em uma bandeja. Cada copinho recebia uma marcação de três dígitos aleatórios, sem relação dos números com os tratamentos. Todas as cabines foram iluminadas com luzes vermelha e azul para não serem percebidas diferenças de coloração entre as amostras. As cabines também possuíam pias com água corrente para a lavagem da boca, e um copo com água para beber, palitos e biscoito tipo água e sal.

Os panelistas analisaram as sete amostras e marcaram de acordo com sua opinião na escala hedônica (Figura 3). Cada marcação foi convertida para números (de 1 a 8) para se obter a média dos tratamentos e a análise estatística.

Figura 3. Escala hedônica utilizada na avaliação sensorial.

Este experimento consiste na formulação de Lingüiça Suína com substituição parcial da gordura por derivados do leite, contendo diferentes teores de proteínas.							
Nome: _____		Idade: _____		Data: / /			
Por favor, avalie as amostras de lingüiça utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto.							
Formulações	278	545	118	106	382	675	721
Conceitos							
Gostei extremamente							
Gostei muito							
Gostei moderadamente							
Gostei ligeiramente							
Desgostei ligeiramente							
Desgostei moderadamente							
Desgostei muito							
Desgostei extremamente							

Fonte: Adaptado de Teixeira (2000) e Soares (2002).

Comentários: (Favor especificar sobre qualquer característica marcante que você tenha percebido na (s) amostra (s)).

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis quantitativas com distribuição normal foram avaliadas por análise de variância (ANOVA), utilizando o delineamento de blocos ao acaso, sofrendo análise descritiva de acordo com Sampaio, 2002. A comparação de médias entre tratamentos foi feita por meio do Teste de Student-Newman-Keuls (SNK), sendo fixado um nível de significância de 5% (Sampaio, 2002). Os dados da análise sensorial foram avaliados também por análise de variância (ANOVA) assumindo

teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Os cálculos foram feitos com o software Minitab®, versão 10 e com o programa SSPS versão 9.0 para Windows.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

As médias, os intervalos de variação e os desvios padrões dos teores de proteína dos sete tratamentos realizados são apresentados na Tabela 10 e representados no gráfico 3.

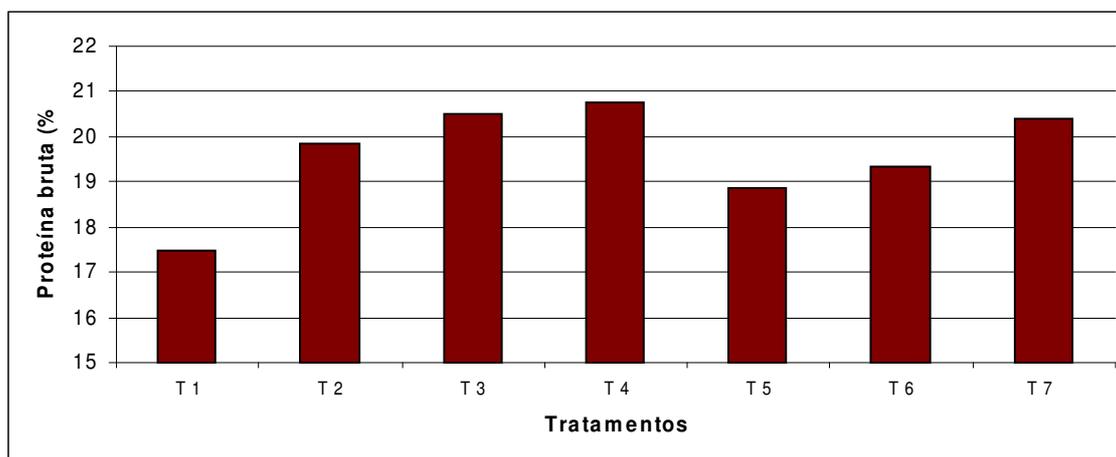
Tabela 10. Teores médios de proteína (g/100g) e seus respectivos intervalos de variação (IV), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura, de acordo com os tratamentos.

Tratamentos	Proteína bruta (g/100g)			
	Média	I.V.	D.P.	C.V. (%)
T 1	17,49 ^b	16,10 – 18,87	1,11	6,36
T 2	19,86 ^a	18,89 – 20,83	0,78	3,92
T 3	20,50 ^a	19,68 – 21,33	0,66	3,23
T 4	20,77 ^a	19,20 – 22,34	1,27	6,09
T 5	18,88 ^{ab}	17,18 – 20,58	1,37	7,24
T 6	19,34 ^{ab}	17,23 – 21,46	1,70	8,80
T 7	20,38 ^a	18,92 – 21,85	1,18	5,79

^{a,b} Letras diferentes na mesma coluna indicam haver diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$)

T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β -lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β -lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β -lactoglobulina

Gráfico 3. Teores médios de proteína das Lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura, de acordo com os tratamentos.



T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β -lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β -lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β -lactoglobulina

Os resultados mostram um pequeno aumento médio no nível de proteína, coincidente com a incorporação de proteínas lácteas em substituição à gordura, nos tratamentos das Lingüiças de Carne Suína com reduzido teor de gordura. Os teores de proteína das lingüiças variaram de 17,49% a 20,77% para, respectivamente, tratamentos 1 e 4. O tratamento 1 apresentou teor semelhante de proteína aos tratamentos 5 e 6 ($p > 0,05$) e menor que os demais ($p \leq 0,05$). A semelhança entre o tratamento 1 com os tratamentos 5 e 6 deve-se a menor inclusão de proteína em substituição à gordura. O menor teor

de proteína do tratamento 1 em relação aos demais é devido ao seu maior teor de gordura e a não inclusão de proteínas lácteas. Os resultados encontrados neste trabalho estão dentro do padrão físico-químico estabelecido pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Lingüiças, que estabelece um mínimo de 12% de proteínas para lingüiças frescas (Brasil, 2000). Wirth (1988), citado por Teixeira, também encontrou maior teor de proteína em salsichas com reduzidos teores de gordura. Os teores de proteína

nesses tratamentos são, em média, 3 a 4% maiores que os valores de proteína do tratamento controle, devido ao uso de substitutos de gordura à base de proteínas não cárneas.

Os dados referentes às médias, intervalos de variação e desvios padrões dos teores de gordura dos sete tratamentos realizados estão demonstrados na tabela 11 e representados no gráfico 4.

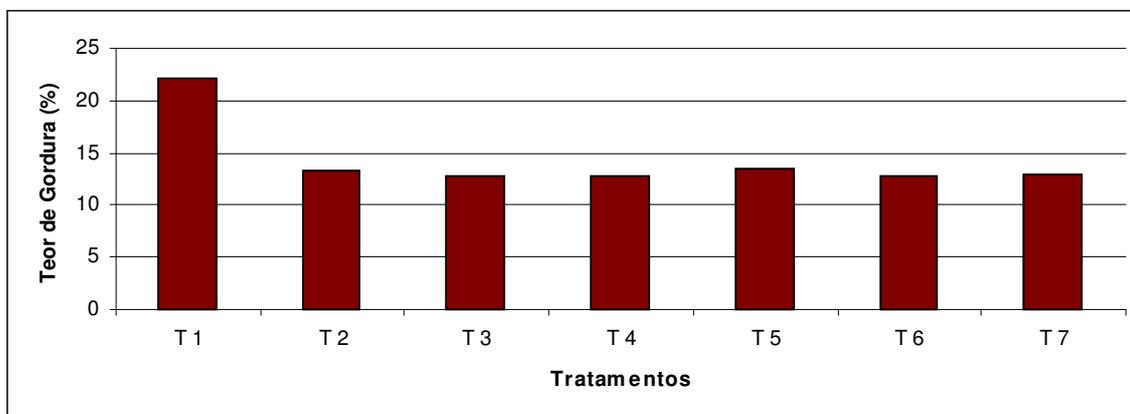
Tabela 11. Teores médios de gordura (g/100g) e seus respectivos intervalos de variação (IV), desvio padrão(DP) e coeficiente de variação (CV) das Lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura, de acordo com os tratamentos.

Tratamentos	Gordura (g/100g)			
	Média	I.V.	D.P.	C.V. (%)
T 1	22,16 ^a	19,17 – 25,16	2,41	10,89
T 2	13,37 ^b	10,86 – 15,88	2,02	15,13
T 3	12,83 ^b	9,27 – 16,39	2,87	22,35
T 4	12,74 ^b	9,57 – 15,90	2,55	20,02
T 5	13,51 ^b	10,48 – 16,54	2,44	18,07
T 6	12,73 ^b	10,15 – 15,31	2,08	16,30
T 7	12,89 ^b	10,06 – 15,72	2,28	17,66

^{a,b} Letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença estatística significativa (p<0,05)

T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β -lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β -lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β -lactoglobulina

Gráfico 4. Teores médios de gordura das Lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura, de acordo com os tratamentos.



T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β -lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β -lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β -lactoglobulina

Como pode ser observado, o tratamento 1, que corresponde ao controle apresentou diferença estatisticamente significativa em relação aos demais. Porém, não foram observadas diferenças significativas (p>0,05) entre os demais tratamentos com reduzidos teores de gordura. Espera-se esta homogeneidade na média desses

tratamentos, devido à massa ter sido fracionada apenas no momento da adição das proteínas lácteas.

Neste experimento, o teor médio de gordura das Lingüiças de Carne Suína com reduzidos teores de gordura, tratamentos 2, 3, 4, 5, 6, 7, apresentaram uma redução de

aproximadamente 40% das gorduras totais e uma diferença maior que 3g de gordura/100g de sólidos em relação ao grupo controle (tratamento 1). Este resultado está de acordo com as recomendações da Portaria do Ministério da Saúde nº 27, de 13 de janeiro de 1998, que regulamenta produtos “light”, isto é, produtos com baixos teores de gordura em relação ao produto convencional (Brasil, 1998), e estão dentro dos padrões físico-químicos estabelecido pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de

Lingüiças, que estabelece um máximo de 30% de gordura para lingüiças frescas (Brasil, 2000). Seabra et al. (2002), também encontraram menores teores de gordura em hambúrguer de carne ovina quando utilizaram fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na sua formulação.

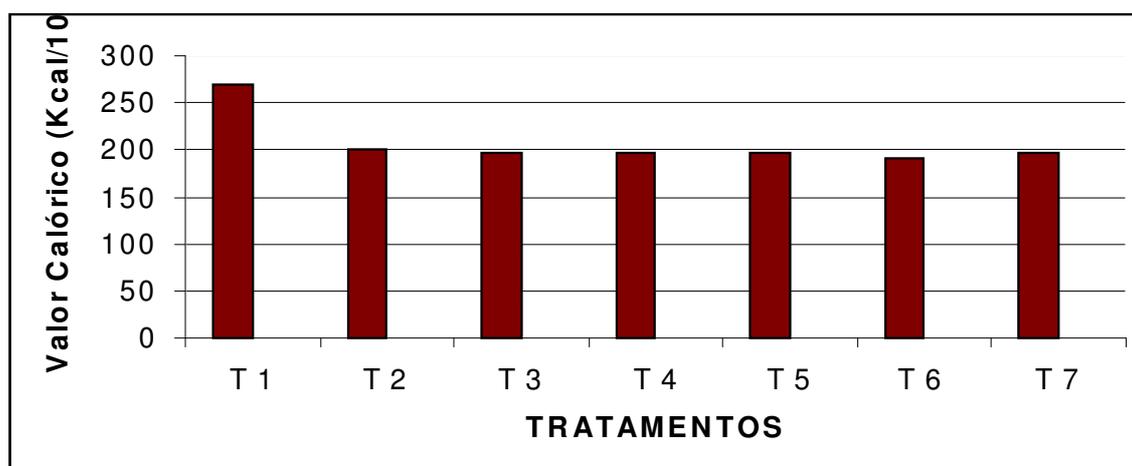
As médias, intervalos de variação, desvios padrões e coeficientes de variação do valor calórico podem ser vistos na tabela 12 e representados no gráfico 5.

Tabela 12. Valores Calóricos médios (Kcal/100g) das Lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura, de acordo com os tratamentos e seus respectivos intervalos de variação (IV), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV).

Tratamentos	Valor calórico (Kcal/100g)			
	Média	I.V.	D.P.	C.V. (%)
T 1	269 ^a	245 – 303	28	10,30
T 2	200 ^b	177 – 224	18	8,86
T 3	197 ^b	170 – 228	25	12,43
T 4	198 ^b	181 – 240	24	12,38
T 5	197 ^b	181 – 224	18	9,01
T 6	192 ^b	179 – 216	14	7,36
T 7	198 ^b	180 – 228	18	9,16

^{a,b} Letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença estatística significativa (p<0,05)
T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β-lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β-lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β-lactoglobulina

Gráfico 5. Valores Calóricos médios (Kcal/100g) das Lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura, de acordo com os tratamentos.



T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β-lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β-lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β-lactoglobulina

O valor calórico diferiu significativamente da amostra controle, que possuía maior porcentagem de gordura (~ 22 %), em relação aos demais tratamentos que continham índices de aproximadamente 13% desta. Como o ocorrido com os teores de gordura, não houve diferenças significativas entre os tratamentos com o nível reduzido de gordura ($p>0,05$). Esse resultado está correlacionado aos teores de gordura, pois nestas análises o tratamento controle também difere estatisticamente ($p\leq 0,05$) dos demais tratamentos. A gordura é o que mais influencia os valores calóricos, estando de acordo com o esperado, embora a proteína também exerça influência. Lembrando que o cálculo do valor calórico, nestes tratamentos baseia-se principalmente na quantidade de gordura e proteína existente nos produtos. Estes resultados

estão de acordo com Wirth (1991), citado por Teixeira (2000), que concluiu que produtos com 15% de lipídeos e 70% de carne magra, com aproximadamente 16% de proteína possuem valor calórico de 100 a 200 Kcal/100gramas.

Neste experimento, o valor calórico das Lingüiças de Carne Suína dos tratamentos 2, 3, 4, 5, 6, 7, apresentaram uma redução de aproximadamente 30% deste valor e uma diferença maior que 40 Kcal por 100g de sólidos em relação ao tratamento 1 (grupo controle), podendo ser qualificadas como “light”.

As médias, os intervalos de variação e os desvios padrões dos teores de resíduo mineral fixo (cinzas) dos tratamentos estão demonstrados na tabela 13.

Tabela 13. Teores médios de Resíduo Mineral Fixo/Cinzas (g/100g) e seus respectivos intervalos de variação (IV), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das Lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura, de acordo com os tratamentos.

Tratamentos	Resíduo Mineral Fixo / Cinzas (g/100g)			
	Média	I.V.	D.P.	C.V. (%)
T 1	2,96	2,57 – 3,35	0,31	10,63
T 2	3,37	3,04 – 3,71	0,27	8,04
T 3	3,07	2,89 – 3,25	0,15	4,75
T 4	3,30	2,97 – 3,63	0,26	7,98
T 5	2,90	2,45 – 3,36	0,37	12,71
T 6	3,16	2,90 – 3,43	0,22	6,81
T 7	3,05	2,80 – 3,29	0,19	6,39

Os resultados não apresentaram diferença estatística significativa ($p<0,05$)

T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β -lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β -lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β -lactoglobulina

Os valores encontrados para todos tratamentos em relação ao resíduo mineral fixo foram semelhantes entre si ($p > 0,05$).

Os dados referentes às médias, intervalos de variação e desvios padrões para o teor de cloretos estão demonstrados na tabela 14.

Tabela 14. Teores médios de NaCl/Cloretos (g/100g) e seus respectivos intervalos de variação (IV), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das Lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura, de acordo com os tratamentos.

Tratamentos	NaCl / Cloretos (g/100g)			
	Média	I.V.	D.P.	C.V. (%)
T 1	1,95	1,93 – 2,06	0,09	4,70
T 2	1,94	1,73 – 2,15	0,17	8,62
T 3	1,84	1,71 – 1,97	0,10	5,58
T 4	1,89	1,67 – 2,10	0,18	9,33
T 5	1,86	1,73 – 1,99	0,10	5,59
T 6	1,82	1,62 – 2,02	0,16	8,84
T 7	1,89	1,78 – 2,00	0,09	4,63

Os resultados não apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,05$)

T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β -lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β -lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β -lactoglobulina

Os resultados dos teores médios de Cloretos (g/100g) foram iguais ($p > 0,05$).

dos sete tratamentos, nas duas semanas de avaliação das amostras, encontram-se na tabela 15 e representados no gráfico 6.

Os dados referentes às médias de umidade

Tabela 15. Teores médios de Umidade (g/100g) das Lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura, de acordo com os tratamentos e com as semanas de análises.

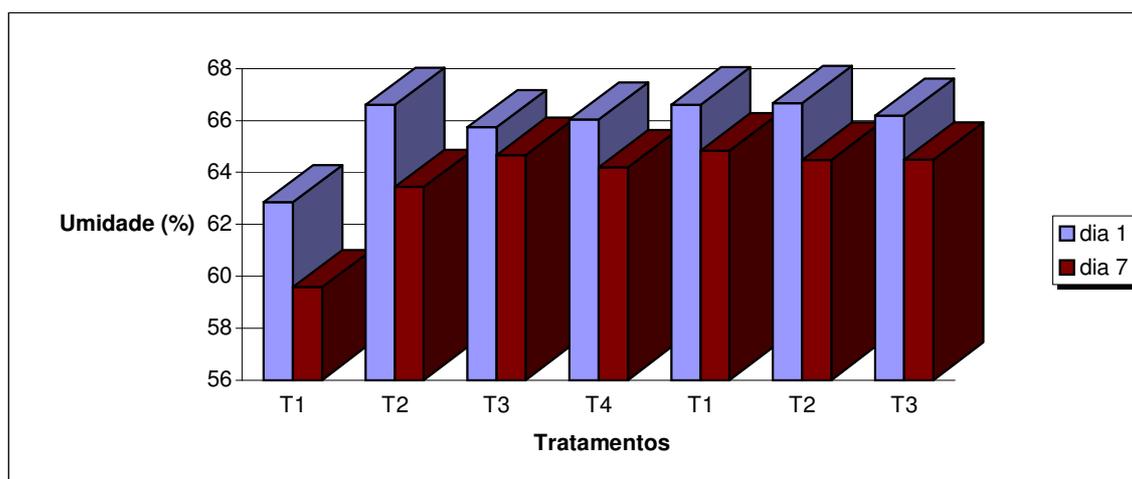
Dias	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
1	62,84 ^{aA}	66,60 ^{aA}	65,73 ^{aA}	66,03 ^{aA}	66,61 ^{aA}	66,67 ^{aA}	66,18 ^{aA}
7	59,58 ^{bB}	63,44 ^{aB}	64,67 ^{aA}	64,19 ^{aA}	64,84 ^{aA}	64,48 ^{aA}	64,49 ^{aB}

^{aB} Letras minúsculas distintas nas linhas indicam valores estatisticamente diferentes ($P < 0,05$)

^{A B} Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam valores estatisticamente diferentes ($P < 0,05$)

T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β -lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β -lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β -lactoglobulina

Gráfico 6. Teores médios de umidade das Lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura, na semana de fabricação e após 1 semana de estocagem, de acordo com os tratamentos.



T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β -lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β -lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β -lactoglobulina

É possível observar que na primeira semana de análise, não houve diferença entre os tratamentos ($p > 0,05$). Na segunda semana de avaliação das amostras, o tratamento 1 (grupo controle) apresentou menor teor de umidade que os demais ($p \leq 0,05$), sendo esses semelhantes entre si ($p > 0,05$). Houve redução nos teores de umidade dos tratamentos 1, 2 e 7 durante o período de armazenamento ($p \leq 0,05$). A perda de umidade com o decorrer do período de estocagem pode ser devido à diminuição da força iônica dos sistemas protéicos, que com o decorrer do tempo de armazenamento, diminuem a capacidade de ligação com a água, liberando-a (Claus et al., 1990 e Wirth, 1988, citado por Teixeira 2000). Esses resultados estão dentro dos

padrões físico-químicos estabelecido pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Lingüiças, que estabelece um máximo de 70 % de umidade para lingüiças frescas (Brasil, 2000). Teixeira (2000), no entanto, observou um aumento no teor de umidade, de salsichas de carne de aves com diferentes teores de água e proteína isolada de soja em substituição à gordura, com o aumento do período de armazenamento ($p \leq 0,05$), provavelmente devido às propriedades higroscópicas deste ingrediente.

Os dados referentes às médias de atividade de água (Aa), dos sete tratamentos, nas duas semanas de avaliação das amostras, estão representados na tabela 16.

Tabela 16. Atividades de Água (Aa) das Lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura, de acordo com os tratamentos e com as semanas de análises.

Dias	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
1	0,927	0,932	0,933	0,934	0,933	0,926	0,939
7	0,937	0,951	0,947	0,954	0,955	0,946	0,964

Os resultados não apresentaram diferença estatística significativa nas linhas e colunas ($p > 0,05$)

T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β -lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β -lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β -lactoglobulina

Os valores de Aa das lingüiças não apresentaram diferença entre os tratamentos no dia 1 ($p > 0,05$), variando de 0,926 a 0,939 nos tratamentos 6 e 7, respectivamente. Os valores médios de Aa também foram semelhantes para todos os tratamentos no dia 7 ($p > 0,05$), sendo encontrados valores de Aa de 0,937 a 0,964 respectivamente para os tratamentos 1 e 7. Todos os tratamentos foram iguais entre si ($p > 0,05$), em relação às semanas de análise. Figueiredo et al., (2002) analisando a influência dos substitutos de gordura animal sobre a qualidade de salsichas tipo viena, também não encontraram diferença nos

valores de Aa, durante o armazenamento ($p > 0,05$), embora tenha verificado diferença inicial nos valores de Aa entre os tratamentos ($p < 0,05$), encontrando menores valores de Aa para o tratamento cuja substituição de gordura por WPC e goma xantana foi total, indicando a alta afinidade deste ingrediente com a água, reduzindo a água livre no alimento.

Os dados referentes às médias do pH, dos sete tratamentos, nas duas semanas de avaliação das amostras, estão mostrados na tabela 17.

Tabela 17. Valores de pH das Lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura, de acordo com os tratamentos e com as semanas de análises.

Dias	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
1	5,81	5,89	6,06	5,96	5,95	5,95	5,92
7	5,75	5,68	5,87	5,74	5,68	5,74	5,69

Os resultados não apresentaram diferença estatística significativa nas linhas e colunas ($p > 0,05$)

T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β -lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β -lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β -lactoglobulina

Todos os tratamentos foram iguais entre si ($p > 0,05$), em relação aos tratamentos e às semanas de análise. Resultados semelhantes a este foi encontrado por Teixeira (2000), que também não encontrou significância no

abaixamento do pH, ao longo do período de armazenamento.

Os dados referentes a avaliação da textura, nas duas semanas de avaliação são apresentados na tabela 18.

Tabela 18. Valores de índice de texturas ou força de cisalhamento-WBS (Kgf) de Lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura, de acordo com os tratamentos e com as semanas de análises.

Dias	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
1	2,96	3,41	3,33	3,46	3,58	3,38	3,11
7	2,90	3,26	3,55	3,34	3,41	3,09	2,79

Os resultados não apresentaram diferença estatística significativa nas linhas e colunas ($p > 0,05$)

T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β -lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β -lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β -lactoglobulina

Esses resultados não diferem entre si ($p > 0,05$). Em trabalhos realizados por Huffman et al, (1996), para a determinação da aceitação da maciez de carnes para consumidores, esses autores observaram que valores de força de cisalhamento inferiores a 4,1 Kgf podem assegurar a satisfação do consumidor a um nível de 98% de probabilidade. A maciez das amostras foi avaliada pela determinação da força de cisalhamento em texturômetro TA-XT2 equipado com célula de cisalhamento de carne do tipo Warner-Bratler. Esses resultados encontrados por esses autores

são semelhantes aos valores encontrados no presente experimento, que estão dentro dos padrões de maciez que satisfazem os consumidores. Isto evidencia a possibilidade de substituição de certo teor da gordura em lingüiça por proteínas do soro de queijo, sem alterar significativamente a sua maciez.

Os dados referentes às médias do rendimento após cozimento dos sete tratamentos, nas duas semanas de avaliação das amostras, estão demonstrados na tabela 19.

Tabela 19. Rendimento após cozimento (%) de Lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura, de acordo com os tratamentos e com as semanas de análises.

Dias	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
1	73,22	81,31	79,30	81,77	76,19	77,77	81,40
7	72,47	78,67	80,40	82,86	81,35	79,22	78,73

Os resultados não apresentaram diferença estatística significativa nas linhas e colunas ($p > 0,05$)

T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β -lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β -lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β -lactoglobulina

As médias das perdas encontradas para todos os tratamentos foram equivalentes ($p>0,05$) em relação aos tratamentos e às semanas de análise, embora possa ser observado que o tratamento controle obteve os menores valores médios de rendimento. Ellekjaer et al. (1996), relatam que, quando produtos lácteos são adicionados a sistemas cárneos, geralmente ocorre diminuição das perdas ao cozimento, devido à estabilidade de ligação destes produtos com a água. Yetim et al. (2001), também não observaram diferença estatística ($p>0,05$)

nas perdas ocorridas durante o cozimento ao analisar salsichas tipo frankfurter produzidas com a adição de diferentes níveis de soro do leite.

4.2 AVALIAÇÃO SENSORIAL

Os resultados da análise estatística para a avaliação sensorial podem ser vistos na tabela 20, e representados no gráfico 7.

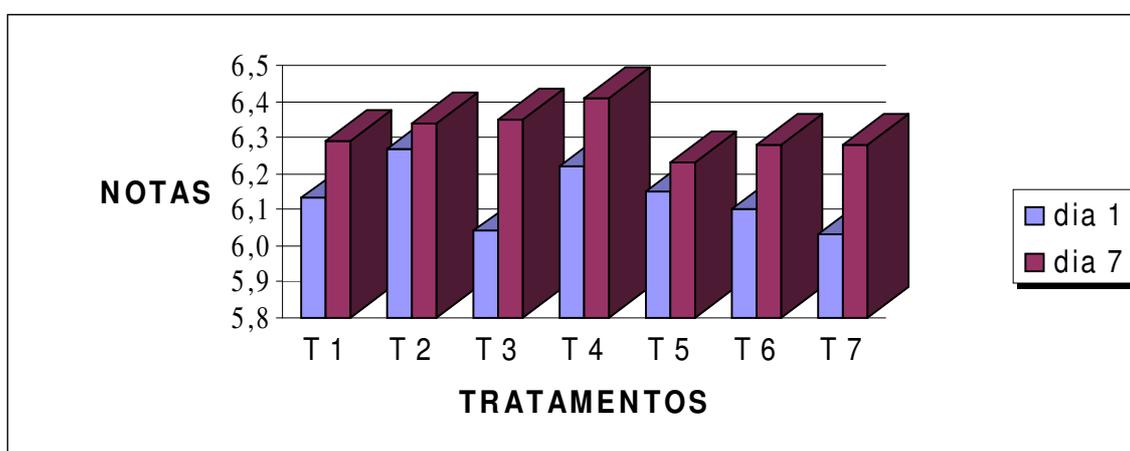
Tabela 20. Resultados das notas da avaliação sensorial de Lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura, de acordo com os tratamentos e com as semanas de análises.

Dias	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
1	6,13	6,27	6,04	6,22	6,15	6,10	6,03
7	6,29	6,34	6,35	6,41	6,23	6,28	6,28

Os resultados não apresentaram diferença estatística significativa nas linhas e colunas ($p > 0,05$)

T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β -lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β -lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β -lactoglobulina

Gráfico 7. Resultados da Análise Sensorial das diferentes formulações da Lingüiça de Carne Suína em relação aos teores percentuais de gordura e diferentes proteínas do soro do leite.



T1= controle; T2 = adição de 0,2% de WPC; T3 = adição de 0,5% de WPC; T4 = adição de 1,0% de WPC; T5 = adição de 0,1% de β -lactoglobulina; T6 = adição de 0,3% de β -lactoglobulina; T7 = adição de 0,6% de β -lactoglobulina

Os resultados mostram que não houve diferença entre os tratamentos, quanto à avaliação sensorial ($p>0,05$). Esses resultados também foram semelhantes em relação às semanas das análises ($p>0,05$). As notas médias da avaliação sensorial

variaram de 6,03 a 6,27 e 6,23 a 6,41 nos dias 1 e 7 respectivamente. Modificações físico-químicas podem ocorrer no período de armazenamento, devido, por exemplo, a atuações de bactérias ácido-láticas, entretanto, são bem aceitas sensorialmente.

Ahmed et al. (1990), avaliando as características físicas e sensoriais de Lingüiças de Carne Suína Fresca processadas com vários níveis de adição de água e de gordura também não encontraram diferença na palatabilidade global entre essas Lingüiças. Com base nesses dois experimentos foi observado que tanto o aumento na adição da quantidade de água como a adição de proteínas que tenham a função de ligação com a água, mantém a qualidade sensorial das Lingüiças de Carne Suína. Entretanto, com a adição de água, as perdas ao cozimento são consideráveis e estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$), de acordo com os mesmos autores.

4.3. AVALIAÇÃO DE CUSTOS

Os custos das Lingüiças de Carne Suína (R\$/Kg) estão apresentados na tabela 21. O menor custo foi para o tratamento 1, pois o mesmo apresenta o maior teor de gordura em relação aos demais e não adição das proteínas lácteas. Os demais preços das lingüiças variaram de acordo com o teor e o tipo de proteína láctea adicionada. Entre as lingüiças com reduzido teor de gordura a que obteve o menor custo foi o tratamento 5, que foi produzida com adição de 0,1% de β -lactoglobulina.

Tabela 21. Custo por Kilograma das Lingüiças de Carne Suína com diferentes teores de gordura.

Tratamentos	R\$/Kg
T 1	4,71
T 2	5,07
T 3	5,12
T 4	5,19
T 5	5,06
T 6	5,11
T 7	5,17

T 1= controle; T 2 = adição de 0,2% de WPC; T 3 = adição de 0,5% de WPC; T 4 = adição de 1,0% de WPC; T 5 = adição de 0,1% de β -lactoglobulina; T 6 = adição de 0,3% de β -lactoglobulina; T 7 = adição de 0,6% de β -lactoglobulina

5. CONCLUSÕES

A redução de 50% da gordura, utilizando concentrados protéicos de soro em Lingüiças de Carne Suína foi eficaz em todos os tratamentos realizados.

A melhor relação custo-benefício de substituição da gordura foi obtida com os menores teores das proteínas lácteas β -lactoglobulina e WPC. Dentre estas, a β -lactoglobulina foi a mais viável

economicamente devido ao menor nível de incorporação.

O período de sete dias de armazenamento à temperatura de refrigeração não interferiu na qualidade sensorial das Lingüiças de Carne Suína.

A qualidade físico-química das Lingüiças, em todos os tratamentos, atendeu as especificações do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Novas investigações com maiores níveis de substituição da gordura por estas proteínas devem ser realizadas.

A utilização da β -lactoglobulina é recomendável economicamente devido ao menor nível de incorporação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPECS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS PROCESSADORAS E EXPORTADORAS DE CARNE SUÍNA.

Relatório Anual 2005.

< <http://www.abipecs.com.br> > Acesso em: 03/05/2006.

AHMED, P.O.; MILLER, F. M.; LYON, C. E.; VAUGHTERS, H. M.; REAGAN, J.O. Physical and sensory characteristics of low-fat fresh pork sausage processed with various level of added water. *Journal of Food Science*, v.55, n. 3, p. 625-628.

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

ANON. The principles of fat replacements. *Dairy Industries International*, v.2, p. 37, 1994.

ASHWELL, M. Concepts of functional foods ILSI Europe Concise Monograph Series. International Life Sciences Institute, Brussels, 2002.

BERRY, B. W.; JOSEPH, R. L.; STANFIELD, M. S. Use of electrical stimulation, hot processing and carrageenan for processing low-fat ground beef patties. *Meat Science*, v.42, n.1, p.111-123, 1996.

BOS C.; GAUDICHON C.; TOMÉ D. Nutritional and physiological criteria in the assessment of milk protein quality for

humans. *Journal of the American College of Nutrition*, v.19, p.191S-205S, 2000.

BRASIL. Instrução Normativa nº 20 de 21 de julho de 1999. Anexo - Métodos analíticos físico-químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes - sal e salmoura. Ministério da Agricultura, 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA- Resolução RDC nº 34, de 9 de março de 2001. *Diário Oficial*; 12 de março de 2001.

< www.anvisa.gov.br > Acesso em: 10/05/2006

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria da Vigilância Sanitária. Portaria nº 41 de 12 de maio de 1995. *Diário Oficial*, nº 91. 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27. Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. Brasília, 1998.

<www.anvisa.gov.br/legis/portarias/27_98.htm> Acesso em: 20/02/2006.

BRASIL. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA. Brasília: Ministério da Agricultura, 1997. 166p.

- BRASIL. Regulamento Técnico de Identidade.... Brasília: Ministério da Agricultura, 2000.
- CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Alimentos para fins especiais: dietéticos. São Paulo: Livraria Varela, 1995. 423p.
- CHAVES, J. B.P. A análise sensorial na indústria de laticínios. Instituto Cândido Tostes, v.45, p.38-52, 1990.
- CLARK, D. Fat replacers and fat substitutes. Food Technology, v. 48, n.12,p.86, 1994.
- CLAUS, J.R.; KASTNER, C. L.; KROPF, D.H. Low fat, high added water bologna effects of massing, pre-blending, and time of addition of water and fat on physical and sensory characteristics. Journal of Food Science, v.55, n.2, p.338-345, 1990.
- COLMENERO, F.J.; BARRETO, G.; FERNÁNDEZ, P.; CARBALLO, J. Frozen storage of bologna sausages as a function of fat content and levels of added starch and egg white. Meat Science, v.42, n.3, p.325-332, 1996.
- COLMENERO, F.J. Technologies for developing low-fat meat products. Trends in Food Science & Technology, v.7, p.41-48, 1996.
- DE LA FUENTE, M. A.; HEMAR, Y.; TAMEHANA, P.A.; SINGH, H. Process-induced changes in whey proteins during the manufacture of whey protein concentrates. International Dairy Journal, v.12,p.361-369, 2002.
- DE WIT J.N, KLARENBECK G. Effects of various heat treatments on structure and solubility of whey proteins. Journal of Dairy Science, v. 67, p. 2701-2710 , 1984.
- DEGOUY, E. The low fat cheese challenge. Dairy Industries International, v.58, n.10, p.41-43, 1993.
- ELLEKJAER, M. R.; NAES, T.; BAARDSETH, P. Milk proteins affect yield and sensory quality of cooked sausages. Journal of Food Science, v.61, p. 660-666, 1996.
- EL-MAGOLI, S.; LAROIA, S.; HANSEN, P.M. 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.
- FELÍCIO, P.E. Carne de touro jovem. Seminário e Workshop: Preservação e acondicionamento de carne bovina in natura, Campinas-SP, p.27-34, 1997.
- FIGUEIREDO, M. J.; MADRUGA, M. S.; NUNES, M. L.; LIMA, M. S. Influência de Emulsificantes e Estabilizantes industriais nas características físico-químicas e funcionais de lingüiças frescas elaboradas com Carne Caprina. Paraíba: Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Tecnologia Química e de Alimentos, Centro de Tecnologia, 2004.
< www.dipemar.com.br/carne > Acesso em 19/08/2005.
- FIGUEIREDO, V. O.; GASPAR, A.; BORGES, S. V.; DELLA MODESTA, R.C. Influência dos substitutos de gordura animal sobre a qualidade de salsicha tipo viena. Brazilian Journal of Food Technology, n.5, p.11-17, 2002.
- FONSECA, L. M. Fractionation of whey proteins by complex formation and membrane filtration. 250p. Dissertação (Doutorado em Ciência de Alimentos). University of Wisconsin, Madison, 1999.

- FONSECA, L. M. ; BRADLEY JR, R. L. . Fractionation of whey proteins by complex formation- US Patent n. 6,900,290. 2005.
- FUENTES, J. A .G. Que alimentos convém ao coração? *Higiene Alimentar*, v.12, nº 53, 1998.
- GASPAR, A. Produção de salsichas tipo Viena com teor reduzido de gordura animal. 79p. Dissertação (Mestrado em Ciência Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, UFRRJ, 1995.
- GASPAR, A.; BARROS,G. C.; SILVA, A. T.; NAGEL, W. S.; RÊGO, J. A.; Salsichas tipo Viena com teor reduzido de gordura animal. *Higiene Alimentar*, v.11, n. 52, p. 32-37, 1997.
- GIESE, J. Developing low-fat meat products. *Food Technology*, v.46, n.4, p.100-108, 1992.
- GIESE, J. Proteins as ingredients: Types, functions, applications. *Food Technology*, v.48, n.10, p.50-60, 1994.
- GOSAL,W.S.; ROSS-MURPHY, S.B. Globular protein gelation. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, v. 5, p.188-194, 2000.
- HAKERMA, J. Agentes texturizadores para produtos cárneos processados. *Engenharia de Alimentos*, n.1, p.17-21, 1997.
- HEINEMANN, R.J.B. Influência do peso de abate nas características de qualidade de carcaça e da carne do músculo Longissimus dorsi em novilhos Nelore e cruzados Limousin–Nelore. 121p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2002.
<www.biblioteca.unesp.br/bibliotecadigital/document> Acesso em: 20/02/2006.
- HOFFMANN, F.L.; CRUZ, C.H.G.; VINTURIM, T.M.. Estudo higiênico-sanitário de amostras de diferentes produtos cárneos. *Higiene Alimentar*, v.13, nº 63, p.43-47,1999.
- HUFFMAN, K. L.; MILLER, M. F.; HOOVER, L.C.; WU, C. K.; BRITTIN, H. C., RAMSEY, C. B. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. *Journal of Animal Science*, v.74, p.91-97, 1996.
- HUFFMAN, L. M.; HARPER, W.J. Maximizing the value of through separation technologies. *Journal of Dairy Science*, v.82, p.2238-2244,1999.
- KEATON, J.Whey protein and lactose products in processed meats. *Applications Monograph Meat*. U.S. Dairy Export Council, 1999.
<<http://www.usdec.org/files/Publications/6MEAT.pdf> > Acesso em: 16/01/2006
- KEETON, J.T. Low-fat meat products – technological problems with processing. *Meat Science*, v.36, p.261-276, 1994.
- KOISTINEN, H.; KOISTINEN, R.; SEPPALA, M.; BUROVA, T.V.; CHOISET, Y.; HAERTLÉ, T. Glycodelin and β -lactoglobulin, lipocalins with a high structural similarity, differ in ligand binding properties. *FEBS Letters* v.450, p. 158-162, 1999.
- KORHONEN, H. Technology option for new nutritional concepts. *International Journal of Dairy Technology*, v. 55, p.79-88, 2002.
- LINDSAY, R. C. Food Additives. In: FENNEMA, O.R. *Food Chemistry*. 3 ed. New York: Marcel Decker, 1996. cap.12, p.767-823.

- MAHAN, L.K.; ARLIN, M.T. Alimentos, nutrição e dietoterapia. São Paulo: Rocca, 957P; 8ª edição, 1995.
- MALCATA, F.X. Critical issues affecting the future of dairy industry: individual contributions in the scope of a global approach. *Journal of Dairy Science*, v.82, p.1595-1611,1999.
- MCINTOSH, G.H.; ROYLE, P.J.; LE LEU, R.K.; REGESTER, G.O.; JOHNSON, M.A.; GRINSTED, R.L.; KENWARD, R.S.; SMITHERS, G.W. Whey proteins as functional food ingredients? *International Dairy Journal*, v. 8, p.425-434, 1998.
- MENDES, A.C.R. Propriedades funcionais das proteínas: sua importância e aplicabilidade em produtos alimentícios. *Higiene Alimentar*, v.12, n.56,1998.
- MILLER, M. F.; ACKERMAN, S.A.; PALUMBO, S.A. Effects of frozen storage on functionality of meat for processing. *Journal of Food Science*, v.45, n.5, p.1466-1471, 1980.
- MILLER, M. F.; HOOVER, L.C, COOK, K.D.; GUERRA, A.L. Consumer Acceptability of Beef Steak Tenderness in the Home and Restaurant. *Journal of Food Science*, v.60, n.5, p.963-965,1995, 1995.
- MORR, C.V. Improving the texture and functionality of whey protein concentrate. *Food Technology*, v.46, n.1, p.110-113, 1992.
- MORR, M.V.; FOEGEDING, E.A. Composition and functionality of commercial whey and milk protein concentrates and isolates: a status report. *Food Technology*,v. 44, p.100-112, 1990.
- Mulvihill, D. M.; Donovan, M. Whey proteins and their thermal denaturation – a review. *Irish Journal of Food Science and Technology* v.11, p.43-75, 1987.
- NABESHIMA, E. H. Amidos modificados em produtos cárneos de baixo teor de gordura. *Higiene Alimentar*, v.12, n.54, 1998.
- PARDI, M.C.; SANTOS, I. F.; SOUZA,E.R.; PARDI, H.S.. Ciência, higiene e tecnologia da carne. Goiânia: Editora da UFG, 1996. Vol II. 1110p.
- PEARSON, A.M.; TAUBER, F.W. Processed meats. Westport-Connecticut: Avi Publ. Co. INC. 1973, 427p.
- PERYAM, D.R.; PILGRIM, F.J. Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technology*, v.9, p.9-14, 1957.
- PESSEN,H.; PURCELL, J.M.; FARRELL, H.M. Proton relaxation rates of water in dilute solutions of β -lactoglobulin. Determination of cross relaxation and correlation with structural changes by the use of two genetic variants of a self-associating globular protein. *Biochimica et Biophysica Acta*.v.828, p.1-12, 1985.
- POSTE, L. M.; MACKIE, D. A.; BUTLER, G.; LARMOND, E. Laboratory methods for sensory analysis of food. Otta: Canada Communication Group, 1991. 91p.
- PSZCZOLA, D.E. Oat-bran-based ingredient blend replaces fat in ground beef and pork sausage. *Food Technology*, v.45, n.11, p.60-66, 1991.
- RAHARDJO, R.; WILSON, L.A.; SEBRANEK. Spray dried soymilk used in reduced fat pork sausage patties. *Journal of Food Science*, v.59, n.6, p.1286- 1290, 1994.
- RODIGHERI, J.A. Carne suína – Considerações sobre produção e mercado. Secretária de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural de Santa Catarina –

EPAGRI/ CEPA – Centro de Estudos de Safras e mercados, dezembro de 2005.

<<http://www.icepa.com.br/Infconj/textos05/ICarnes/ICarnes2112a.htm> > Acesso em: 20/01/2006

SAMPAIO, I. B. M. Estatística aplicada à experimentação animal. 2 ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 265 p.

SEABRA, L. M. A. J.; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; DANTAS, M.A.; ALMEIDA, R. B. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 22, n. 3, p. 244-248, 2002.

SENSIDONI, A. Impiego di proteine del siero in prodotti light. *Scienza e Tecnica Lattiero-casearia Supp*, v.45, p.345-350, 1994.

SHACKELFORD, S. D., MORGAN, J. B.; CROSS, H. R.; SAVELL, J. W. Identification of threshold levels for Warner-Bratzler shear force in beef top loin steaks. *Journal of Muscle Foods* v.2, p.289-296, 1991.

SHAND, P. J.; SCHIMIDT, G.R.; MANDIGO, R. W.; CLAUS, J. R. New Technology for low fat meat products. *Reciprocal Meat Conference Proceedings*, Mississippi, v.43, p.37-45, 1990.

SHANK, F. R.; CARSON, K.L. Light dairy products: Regulatory issues. *Food Technology*, v.44, n.10, p.88-92,1990.

SIMPSON, K. J.; NICHOLAS, K. R. The comparative biology of whey proteins. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, v.7, p.313-326, 2002.

SMITHERS, G. W.; BALLARD, F. J.; COPELAND, A. D.; DE SILVA, K. J.;

DIONYSIUS, D. A.; FRANCIS, G.L.; GODDARD, C.; GRIEVE, P.A.; MCINTOSH, G.H.; MITCHELL, I. R.; PEARCE, R. J.; REGESTER, G.O. New opportunities from the isolation and utilization of whey proteins. *Journal of Dairy Science*, v.79, p.1454-1459, 1996.

SOARES, F. M. Influência do teor do concentrado protéico de soro de leite na qualidade do requeijão em barra com teor reduzido de gordura. 36p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, 2002.

STABLE MICRO SYSTEMS. User Manual. Textura Analyser Modelo TA-XT2, Vienna Court, version 6.10, 1998, 87p.

SUMMERKAMP, B.; HESSER, M. Fat Substitute update. *Food Technology*, v.44, n.3, p.92-97, 1990.

TEIXEIRA, C. T. Avaliação microbiológica, físico-química e sensorial de salsicha de carne de ave com diferentes teores de água e proteína isolada de soja em substituição a gordura. 80p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Faculdade de Veterinária, UFF, Niterói, 2000.

TESTO 400. Instruction Manual v 1.3. [S.L.]: Copyright Texto GmbH e Co.1999, 64p.

TORRES, D.P.M. Gelificação Térmica de Hidrolizados Enzimáticos de Proteínas do Soro de Leite Bovino. 99p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia / Engenharia de Bioprocessos). Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2005.

< <https://repositorium.sdum.uminho.pt> > Acesso em: 12/01/2006

TRINDADE, C. S. F. Produtos cárneos com baixo teor de gordura. *Higiene Alimentar*, v.12,n.56, p.13-18, 1998.

TULEY, L. The Search is on for Low Fat Meat. *International Food Manufacture*, v.1, p.29-32, 1996.

WIRTH, F. Technologies for making fat-reduced meat products. *Fleischwirtsch*, v.68, n.9, p.1153-1156, 1988.

WIRTH, F. Reducing the fat and sodium content of meat products. *Fleischwirtsch*, v.71, n. 3, p.294-297, 1991.

YAMAUCHI, K.; SHIMIZU, M.; KAMIYA, T. Emulsifying properties of whey protein. *Journal of Food Science*, v.45, n.5, p.1237-1242, 1980.

YETIM, H.; MÜLLER, W. D.; EBER, M. Using fluid whey in comminuted meat products: effects on technological, chemical and sensory properties of frankfurter-type sausages. *Food Research International*, v.34, p.97-101, 2001.