

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Programa de Pós-Graduação em Saúde, Sociedade e Ambiente

Chrystiellen Ayana Aparecida Rodrigues

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE PATÊ DE GALINHA COM
SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE GORDURA POR CONCENTRADO PROTEICO DE
SORO DE LEITE**

Diamantina

2014

Chrystiellen Ayana Aparecida Rodrigues

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE PATÊ DE GALINHA COM
SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE GORDURA POR CONCENTRADO PROTEICO DE
SORO DE LEITE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde, Sociedade e Ambiente da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Saúde, Sociedade e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Harriman Aley Morais

Coorientador: Prof. Dr. Cleube Andrade Boari

Diamantina

2014

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

R696d

Rodrigues, Chrystiellen Ayana Aparecida

Desenvolvimento e caracterização de patê de galinha com substituição parcial de gordura por concentrado proteico de soro de leite / Chrystiellen Ayana Aparecida Rodrigues. – Diamantina, 2014. 94 p. : il.

Orientadores: Harriman Aley Morais, Cleube Andrade Boari

Dissertação (Mestrado Profissional – Programa de Pós-Graduação em Saúde, Sociedade e Ambiente) - Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Concentrado proteico de soro de leite. 2. Patê. 3. Substituto de gordura. I. Título II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 613.2

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Chrystiellen Ayana Aparecida Rodrigues

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE PATÊ DE GALINHA COM
SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE GORDURA POR CONCENTRADO PROTEICO DE
SORO DE LEITE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde, Sociedade e Ambiente da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Saúde, Sociedade e Ambiente.

Dr. Harriman Aley Morais (Orientador) – UFVJM

Dr^a. Ana Catarina Perez Dias (Membro titular) – UFVJM

Dr. Herton Helder Rocha Pires (Membro titular) – UFVJM

Dr^a. Raquel Linhares Bello de Araújo (Membro titular) – UFMG

Diamantina, 24 de outubro de 2014

A Deus, luz da minha vida,

Ao meu marido, Hesmuel, que desejou este título
tanto quanto eu.

À minha família, em especial aos meus pais. E ao
meu amado sobrinho, Mateus, por ter tornado meus
dias mais felizes.

Ao meu amigo, Harriman, pela confiança e amizade.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por ter me iluminado nessa caminhada me dando a força necessária para que não desistisse nos momentos de fraqueza, dando-me clareza, paciência e discernimento de ideias;

A toda minha família, em especial, aos meus irmãos e aos meus pais por terem me ensinado o real sentido da persistência e da fé.

Ao meu marido Hesmuel, que esteve sempre comigo nesta jornada, sempre me incentivando nos momentos de desânimo. Eu não teria chegado aqui se você não me fizesse crer na importância de começar. Obrigada pelo seu amor, companheirismo e compreensão.

Ao meu querido amigo e orientador, Harriman, a quem aprendi a admirar e respeitar, não apenas como profissional, mas principalmente como pessoa. Obrigada pela paciência que teve comigo nos momentos mais difíceis, pela amizade, pelo incentivo, ensinamentos e fundamentalmente por acreditar em minha capacidade. Você tem força de alma e bondade de coração! É uma pessoa fantástica e seu brilhantismo e simplicidade me motivam e me inspiram a dar continuidade no processo de conhecer cada dia mais a Ciência dos Alimentos.

Aos amigos do Departamento de Nutrição, em especial, à Carolera, Luizera e Markera, por todos os momentos alegres, pelas conversas, distrações e pelos muitos “risos”, que tornaram os meus dias mais amenos.

Ao Mauro, pela valiosa colaboração em disponibilizar o WPC para realização deste trabalho.

A todos os professores do SaSA, pelos ensinamentos.

Aos colegas do mestrado, pelos bons momentos de convívio e descontrações.

Ao Abraão, do laboratório multiusuário LIPEMVALE, pelo auxílio no experimento.

À Mariana, pelo apoio na execução das análises físico-químicas.

À Fernanda Lupki, por ter me ensinado a conduzir este experimento. Obrigada pela paciência e disponibilidade! Você foi essencial em meu aprendizado.

À Aline, Polly e Wagner, pelas valiosas colaborações!

Aos professores, Herton, Ana Catarina, Leida Calegário e Raquel, por aceitarem participar da comissão examinadora deste trabalho, contribuindo para a melhoria do mesmo.

Enfim, a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

*“É enfrentando as dificuldades que você fica forte,
É superando seus limites que você cresce,
É resolvendo problemas que você desenvolve a
maturidade,
É desafiando o perigo que você descobre a coragem.
Arrisque e descobrirá como as pessoas crescem
quando exigem mais de si próprias.”*

Roberto Shinyashiki

RESUMO

Este trabalho teve como finalidade desenvolver e caracterizar formulações de patê de galinha com adição de concentrado proteico de soro de leite (WPC) como substituto parcial de gordura. Para tanto, foram realizados diversos testes para definir a formulação padrão do patê, que foi estabelecida com 20% de gordura. A partir desta, foram preparadas três outras formulações com diferentes substituições de gordura por WPC, sendo denominada de G1 a formulação contendo 3% de WPC (substituição de 15% de gordura), G2 contendo 5% (substituição de 25% de gordura) e G3 com 10% de WPC (substituição de 50% de gordura). Na massa crua das diferentes formulações de patê de galinha foi realizada a determinação da composição química, segundo métodos oficiais de análise e a avaliação da qualidade, através das análises do pH, da estabilidade da massa crua (*raw batter stability* - RBS), dos teores de proteínas solúveis (*salt-soluble protein* - SSP) e nitrito de sódio residual. Foram detectadas diferenças significativas entre os teores de proteínas e lipídeos entre as amostras analisadas, compatíveis com a substituição gradual destes ingredientes nas formulações. Com relação ao teor de umidade, maior valor foi encontrado para formulação G2. Verificou-se, ainda, que a substituição da gordura pelo WPC não promoveu alterações significativas no teor de cinzas. Porém, esta substituição elevou os valores de pH, da estabilidade da massa crua e do teor de proteínas sal solúveis das amostras. Em nenhuma das amostras foi detectado nitrito de sódio residual. Já na massa cozida das formulações de patê de galinha, foram realizadas a determinação da composição química e a avaliação da estabilidade através das análises de pH, cor e oxidação lipídica, logo após a esterilização e também após 7, 14, 21 e 28 dias de estocagem sob refrigeração a 5°C. Houve diferenças significativas entre os teores de proteínas e lipídeos, compatíveis com a substituição de gordura efetuada, sendo possível atribuir às formulações G2 e G3 a denominação de produto *light*. Quanto à avaliação da estabilidade, todas as formulações de patê apresentaram boa estabilidade nos parâmetro de cor e de pH, entretanto, a vida útil foi limitada pela oxidação lipídica, sendo que as formulações com substituição de gordura por WPC apresentaram maiores valores de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) quando comparadas à formulação controle. Concluiu-se, portanto, que foi possível utilizar o WPC como substituto parcial de gordura e obter produtos com apelos mais saudáveis, entretanto os mesmos não devem ser armazenados por um período maior que 21 dias.

Palavras-chave: Concentrado proteico de soro de leite. Substituto de gordura. Patê.

ABSTRACT

This work is aimed to develop and caracaterizar formulations of whey protein concentrate (WPC) as a partial fat replacement to evaluate the physico-chemical characteristics. Several tests were performed to define the standard formula, which was established with 20% fat. From this, three other formulas were prepared with different fat replacements for WPC; G1, containing 3% WPC (15% replacement of fat), G2, containing 5% (substitution 25% fat), and G3, containing 10% WPC (substitution 50% fat). In the crood chicken paste, the determination of the chemical composition using the official methods of quality assessment; using the analysis of pH, stability of raw pasta (raw batter stability - RBS), the protein soluble (salt-soluble protein - SSP), and residual nitrite. Significant differences between the levels of proteins and lipids between the samples, consistent with the gradual replacement of these ingredients in the formulas, were detected. With respect to the moisture content, the higher value was found for the G2 formula. Additionally, it was found that the replacement of fat by the WPC did not cause significant changes in ash content. Evaluations of the quality of the uncooked paste show that replacement of fat by WPC increased the pH, affecting the stability of the batter and protein-soluble salt content of the samples. Residual nitrite was not detected in any of the samples. The chemical composition of the cooked chicken paste was determined using the analysis of pH, color, and oxidation. Those determinations were made after sterilization, and also after 7, 14, 21 and 28 days storage under refrigeration at 5 degrees C. As expected, there were significant differences between the levels of proteins and lipids, consistent with the replacement of fat. Due to these findings, it is possible to assign formulas G2 and G3 as a "Light" version of the original formula. All formulas showed good stability in both color and pH, however, life was limited by lipid oxidation; which was affected by the reduction of fat, and the fat replacement. The formulas with WPC had higher Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) values when compared to the control. Therefore, it was concluded that it was possible to use WPC as a partial substitute for fat and create a healthier product. However, they should not be stored for longer than 21 days.

Keywords: Whey protein concentrate. Fat replacer. Paste chicken

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

α -LA	α -lactoalbumina
β -LG	β -lactoglobulina
Mm	Micrometro
a*	intensidade de vermelho e verde
AA	aminoácidos aromáticos
ACR	aminoácidos de cadeia ramificada
AS	aminoácidos sulfurados
ABIAD	Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos e para Fins Especiais e Congêneres
AHA	<i>American Heart Association</i>
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
b*	índice de amarelo e azul
C*	índice de saturação
Cl	cloro
CPS	concentrado proteico de soro de leite
DCNT	doença crônica não transmissível
EDETEC	Empresa de Desenvolvimento Tecnológico
FCBS	Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i> (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura)
g	Grama
GRAS	<i>Generally Recognized as Safe</i> (Geralmente Reconhecido como Seguro)
h*	ângulo de tonalidade
HDL	<i>high density lipoproteins</i> (lipoproteína de alta densidade)
His	Histidina
IPS	isolado proteico de soro de leite
Ile	Isoleucina
Kcal	Quilocaloria
kDa	Quilodaltons
Kg	Quilograma
L*	luminosidade
LDL	<i>low density lipoproteins</i> (lipoproteína de baixa densidade)
Leu	Leucina
Lis	lisina
MF	microfiltração
mg	Miligrama
mL	Mililitro
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NF	nanofiltração
PER	<i>Protein Efficiency Ratio</i> (taxa de eficiência proteica)
pH	potencial hidrogeniônico
PI	ponto isoelétrico
RBS	<i>Raw batter stability</i> (estabilidade da massa crua)
TAG	triacilgliceróis

TBARS	<i>Thiobarbituric acid reactive substances</i> (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico)
Thr	Treonina
Trp	Triptofano
UF	ultrafiltração
UFVJM	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Val	Valina
Vitamina B6	piridoxina
WHO	<i>World Health Organization</i> (Organização Mundial de Saúde)
WPC	<i>whey protein concentrate</i> (concentrado proteico de soro de leite)
WPI	<i>whey protein isolate</i> (isolado proteico de soro de leite)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS	23
2.1 Objetivo geral.....	23
2.2 Objetivos específicos	23
3 REFERENCIAL TEÓRICO	24
3.1 Soro de leite	24
3.2 Proteínas do soro de leite: aspectos nutricionais.....	28
3.2.1 <i>Propriedades funcionais tecnológicas das proteínas do soro</i>	31
3.3 Substitutos de gordura em alimentos	35
3.3.1 Definições.....	35
3.3.2 <i>Tipos de substitutos de gordura</i>	38
3.3.3 <i>Substitutos de gordura derivados de proteínas</i>	39
3.4 Emulsões cárneas	42
3.4.1 <i>O patê</i>	44
4 METODOLOGIA	49
4.1 Local de estudo.....	49
4.2 Materiais.....	49
4.3 Produção das formulações de patê de galinha	50
4.4 Análises da massa crua.....	52
4.4.1 <i>Determinação da composição química da massa crua</i>	52
4.4.2 <i>Qualidade da massa crua</i>	52
4.5 Análises da massa cozida	54
4.5.1 <i>Determinação da composição química da massa cozida do patê</i>	54
4.5.2 <i>Avaliação da estabilidade</i>	54
4.6 Análise estatística	55
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
5.1 Análises da massa crua	56
5.1.1 <i>Determinação da composição química da massa crua</i>	56
5.1.2 <i>Avaliação da qualidade da massa crua de patê de galinha</i>	58
5.2 Análises da massa cozida das formulações de patê.....	61
5.2.1 <i>Composição química da massa cozida</i>	61
5.2.2 <i>Avaliação do pH durante o armazenamento</i>	63
5.2.2 <i>Avaliação da cor durante o armazenamento</i>	65
5.2.3 <i>Avaliação da oxidação lipídica durante o armazenamento</i>	69
6 CONCLUSÕES	73
REFERÊNCIAS	74
ANEXOS	93

1 INTRODUÇÃO

O soro de leite é um subproduto da indústria de lácteos considerado pela indústria de alimentos como um produto causador de grande impacto ambiental, tendo em vista o elevado teor de matéria orgânica em sua composição e ao grande volume gerado durante a produção de queijos. Porém, devido a seu ótimo valor nutricional, uma vez que o soro é rico em proteínas de elevado valor biológico, lactose, vitaminas hidrossolúveis e sais minerais, bem como pelas propriedades físico-químicas e funcionais apresentadas por suas proteínas, a utilização deste derivado lácteo e seus subprodutos como ingrediente na elaboração de novos produtos tem sido crescentemente motivada.

Porém, devido a sua elevada perecibilidade, o soro de leite fluído não suporta estocagem por período prolongado, o que limita sua utilização na elaboração de alimentos. Assim, diversos processos tecnológicos vêm sendo aplicados a este, objetivando seu melhor aproveitamento. Estas técnicas permitem a obtenção de ingredientes alimentícios com excelentes propriedades funcionais que podem contribuir na melhoria da qualidade física, físico-química e sensorial de alimentos. Dentre estes, pode-se citar o concentrado proteico de soro de leite, mais conhecido como *whey protein concentrate* (WPC). Este é resultante de diversos processos de filtração do soro lácteo, nos quais as gorduras e outros componentes são removidos. Após este processo, é realizada a concentração das proteínas através da evaporação e desidratação resultando em um concentrado proteico de altíssimo valor biológico.

A preferência por alimentos mais saudáveis é uma crescente demanda dos consumidores que preocupados com a saúde, buscam cada vez mais, alimentos com baixos teores de gordura e sódio. Contudo, a retirada ou redução deste macronutriente é muito complexa, podendo comprometer as propriedades físico-químicas e sensoriais dos produtos com reduzido teor de gordura. Assim, a formulação destes, necessita do emprego de ingredientes que sejam capazes de substituir parte ou totalidade da gordura e sejam eficazes na manutenção de suas propriedades. Neste sentido, devido ao seu elevado valor nutricional, bem como pelas suas propriedades funcionais, o WPC apresenta grande potencial para ser utilizado como substituto de gordura em alimentos, sendo possível com esta substituição, a obtenção de um produto mais saudável, destinado a atender às mais diversas necessidades dos consumidores, sejam elas relacionadas às questões de saúde ou até mesmo de estética.

Assim, a inovação e reformulação de produtos cárneos a fim de torná-los mais saudáveis, representam uma importante estratégia da indústria alimentícia (GRUNERT,

2006). Embora seja uma importante fonte de nutrientes como proteínas, ferro e algumas vitaminas, os subprodutos cárneos contêm, em sua maioria, altos teores de gordura, sódio e conservantes como nitrito de sódio (BIESALSKI, 2005), que são frequentemente relacionados com problemas de saúde.

Desta forma, o WPC foi utilizado nesta pesquisa como substituto parcial de gordura em patê de galinha. Espera-se que esta substituição possa favorecer a qualidade destas formulações com redução de gordura em sua composição para que as mesmas apresentem características físico químicas semelhantes ao produto controle (sem redução de gordura).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolver formulações de patê de galinha com adição de concentrado proteico de soro de leite (WPC - *whey protein concentrate*) em substituição parcial da gordura.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos foram:

- a) Avaliar a composição química das massas cruas e cozidas das formulações de patê de galinha controle e com teor reduzido de gordura;
- b) Avaliar a capacidade de retenção de água, teor de proteínas sal - solúveis, pH e nitrito de sódio de todas as amostras cruas de patê de galinha;
- c) Avaliar a estabilidade das formulações padrão de patê de galinha e daquelas com teor reduzido de gordura logo após o processamento e durante o armazenamento.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão apresentadas algumas características do soro de leite e de suas proteínas, bem como aspectos relacionados aos substitutos de gordura e de emulsões cárneas.

3.1 Soro de leite

Segundo Smithers (2008), o soro de leite foi descoberto há cerca de 3.000 anos, quando estômagos de bezerros foram usados para armazenar e transportar leite, resultando na transformação do leite em coalho por meio da ação natural da enzima quimosina presente nestes órgãos e, desde então, vem sendo utilizado pelo homem ao longo dos anos.

Atualmente, o soro lácteo, também conhecido como soro de leite, soro de queijo ou lactossoro, é considerado um subproduto da indústria de laticínios, e representa a porção aquosa do leite que se separa do coágulo durante a fabricação do queijo ou a produção de caseína (SMITHERS, 2008; PAGNO et al., 2009). Consiste em um líquido amarelo-esverdeado cuja composição físico-química varia em função do método de fabricação empregado, do tipo de leite, da época do ano, do tipo de alimentação do rebanho e da fase da lactação (MADUREIRA et al., 2007; CARRASCO; GUERRA, 2010). Além disso, outros fatores como raça das vacas, alimentação (plano de nutrição e forma física da ração), temperatura ambiente, manejo e intervalo entre as ordenhas e presença de infecção da glândula mamária, podem interferir na composição do leite (JOHANSEN; VEGARUD; SKEIE, 2002; BRITO et al., 2014) e, conseqüentemente, na do soro.

De forma geral, pode-se considerar que o soro corresponde a 85-90% do volume de leite utilizado na fabricação de queijos. Seus principais constituintes são: a água (93-94%), a lactose (4,5-5,0% p/v), as proteínas solúveis totais (0,7-0,9% p/v), os sais minerais (0,6-1,0% p/v), o ácido láctico (0,1-0,8% p/v) e pequena quantidade de lipídeos (0,4-0,5% p/v) (SINHA et al., 2007; MORENO-INDIAS et al., 2009; OLIVEIRA; BRAVO; TONIAL, 2012). O soro contém a maioria das vitaminas hidrossolúveis do leite, como vitamina B12, B6, C e também a vitamina lipossolúvel A. Além disso, também apresenta constituintes como ácido pantotênico, riboflavina e tiamina (BARBOSA et al., 2010).

Há basicamente dois tipos de soro de leite fluido, o doce e o ácido, cujas composições ainda dependem do tipo de queijo fabricado e da tecnologia de processamento empregado na sua produção (OLIVEIRA; BRAVO; TONIAL, 2012). O soro doce é originado da coagulação enzimática do leite, pela adição da renina e tem pH entre 6,3 e 6,6 (GIRALDO-ZUÑCA et al.,

2004), sendo obtido a partir da produção de alguns queijos tipo cheddar, minas frescal, minas padrão, muçarela, prato e suíço (ABREU, 1999). Comumente apresenta maior teor de sólidos totais, proteínas, lactose e lipídeos, mas menor conteúdo de cálcio e fósforo, quando comparado ao soro ácido (CARRASCO; GUERRA, 2010).

Já o soro ácido resulta da acidificação direta do leite, para a fabricação da caseína, ou da produção de queijos como o *cottage*, *camembert* e *petit suisse*, tendo pH comumente inferior a 5,1 (GIRALDO-ZUÑCA et al., 2004; MADUREIRA et al., 2007). Este tipo de soro contém maior teor de cinzas e menor conteúdo de proteínas e lactose, quando comparado ao soro doce. Estas diferenças estão associadas ao fato de que no soro ácido uma fração da lactose é transformada em ácido láctico, devido ao processo de fermentação durante a formação do coalho. Consequentemente, verificam-se maiores teores de peptídeos e aminoácidos, devido à proteólise produzida pelo coalho, bem como mais cálcio e fósforo, devido à solubilização do complexo cálcio-fósforo, existente nas micelas de caseína, em pH ácido. Por apresentar sabor ácido e maior conteúdo salino, sua utilização é mais limitada (MILLER; JARVIS; MCBEAN, 2000).

O soro de leite apresenta relevância na indústria de laticínios, tendo em vista seu grande volume produzido. Para a fabricação de 1 kg de queijo gasta-se, em média, 10 litros de leite, gerando cerca de 9 litros de soro (BARBOSA et al., 2010). Além disso, devido à grande quantidade de substâncias orgânicas presentes neste subproduto, representada principalmente pela lactose (aproximadamente 70% dos sólidos totais), o soro impõe altos valores de demanda bioquímica (DBO) e química de oxigênio (DQO), superiores a 35 e 65 gramas de oxigênio/litro de soro, respectivamente (SMITHERS, 2008; MORENO-INDIAS et al., 2009), o que faz deste um resíduo difícil e oneroso de se tratar.

O potencial poluidor do soro de leite é cerca de cem vezes maior que a do esgoto doméstico. Considerando-se uma produção média de 10.000 litros de soro por dia, esta teria o poder poluente equivalente ao de uma população de 5.000 habitantes. Isto exige um sistema integrado de tratamento ou reutilização deste subproduto para minimizar o seu descarte no ambiente e os possíveis efeitos ambientais (PORTO; SANTOS; MIRANDA, 2005). Desta forma a legislação ambiental tem exigido cada vez mais das indústrias um plano de tratamento ou reaproveitamento do soro produzido (LIRA et al., 2009).

Neste contexto, algumas aplicações do soro de leite na forma fluida incluem a alimentação animal (COSTA et al., 2010; DAVID et al., 2010; LIMA et al., 2011; 2012), a produção de ricota (PORTO; SANTOS; MIRANDA, 2005), a produção de doce de leite (FERREIRA et al., 2012), a fabricação de bebida láctea (GAJO et al., 2010; PAULA et al.,

2012), o uso como ingrediente de produto cárneo (MARRIOT et al., 1988; YETIM; MULLER; EBER, 2001; TERRA et al., 2009), de panificação e confeitaria (IMAMURA; MADRONA, 2008; ZAVAREZE; MORAES; SALAS-MELLADO, 2008, 2010; GUIMARÃES, 2011; SILVA et al., 2011), elaboração de sorvetes (NAIDU et al., 1986), bem como substrato para processos fermentativos (NERY et al., 2008; BARBOSA et al., 2010; BESZÉDES et al., 2010) ou como meio de cultivo de micro-organismos de interesse biotecnológico (SANTIAGO et al., 2004; NASCIMENTO; MARTINS, 2006).

Apesar de uma pequena parte do soro ser utilizada no processamento de alimentos destinados ao consumo humano ou na alimentação animal, este aproveitamento atinge apenas 15% do soro produzido (SERPA, 2005). Assim, grandes volumes deste subproduto ainda são desperdiçados, sendo na maioria das vezes direcionados diretamente aos corpos receptores ou em sistemas de tratamento com baixa eficiência, contaminando drasticamente o meio ambiente (HOSSEINI; SHOJAOSADATI; TOWFIGHI, 2003).

Os maiores produtores mundiais de soro são os Estados Unidos e a União Europeia, os quais aproveitam 95% e 75% de suas produções, respectivamente, para a elaboração de subprodutos com maior valor agregado (TREMARIN, 2007). Na América Latina, o maior complexo para aproveitamento das proteínas do soro de leite encontra-se na Argentina (VIDIGAL, 2010).

Dados da Associação Brasileira das Indústrias de Queijos (ABIQ, 2012) indicam que a produção brasileira de queijos inspecionada pelo Ministério da Agricultura gira ao redor de 540.000 toneladas/ano, o que corresponde à produção de aproximadamente de 5,4 milhões de toneladas de soro de leite. De acordo com Faria (2011), “a maior parte do soro em nosso país é destinada para a secagem e produção do soro em pó, não suprimindo a demanda do país por produtos mais sofisticados como os concentrados e isolados proteicos, ou frações das proteínas de soro”.

Fica claro, portanto, que o soro recebe grande importância quando visto como agente de poluição, devido à sua alta DBO. Por outro lado, também pode ser considerado produto nobre, pelo seu teor de proteínas e peptídeos, vitaminas do complexo B, minerais e lactose. Além de suas propriedades nutricionais, as proteínas do soro ainda apresentam importantes propriedades tecnológicas, funcionais e fisiológicas, que podem ser de grande valia nas áreas biotecnológicas, agro-alimentícia e médica (SMITHERS, 2008; BARBOSA et al., 2010).

Neste contexto, a identificação de alternativas para o aproveitamento adequado do soro de leite é de fundamental importância, em função de sua qualidade nutricional, do volume produzido e de seu poder poluente (OLIVEIRA; BRAVO; TONIAL, 2012).

No entanto, considerando que o soro fluido não suporta estocagem por períodos prolongados devido a sua alta perecibilidade, são necessárias medidas que visem o melhor aproveitamento deste subproduto (OLIVEIRA; BRAVO; TONIAL, 2012). Assim, seu adequado processamento permite a obtenção de vários ingredientes alimentícios, tais como o soro doce em pó (DSW – *dry sweet whey*), o soro desmineralizado e sem lactose (DLMW – *demineralized delactosed whey*) e a lactose refinada (VALDUGA et al., 2006).

A elaboração destes produtos envolve etapas de aquecimento e secagem do soro fluido (evaporação, atomização ou secagem em *spray*), concentração por osmose reversa, desmineralização por resinas de troca iônica ou eletrodialise, remoção da lactose por cristalização ou tratamento enzimático, bem como processos envolvendo filtração em diferentes tipos de membrana (BRANS et al., 2004; MORENO-INDIAS et al., 2009; CARRASCO; GUERRA, 2010).

Assim, em suas formas desidratadas o soro de leite tem sido aplicado na elaboração de sorvetes (RUGER; BAER; KASPERSON, 2002; SILVA; BOLINI, 2006), de produtos cárneos (FERREIRA; FONSECA; SANTOS, 2009; DAGUER; ASSIS; BERSOT, 2010), de produtos de panificação e confeitaria (VALDUGA et al., 2006; BERNO; SPOTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2007; GURGEL, 2010; ZAMBRANO et al., 2012), de produtos lácteos (SOARES et al., 2002; ANTUNES; CAZETTO; BOLINI, 2004;) e na produção de hidrolisados proteicos (DELVIVO et al., 2006; LOPES et al., 2007; SILVA et al., 2007; SOUZA et al., 2008; RAVIRAJ; PRAKASH; KAUL, 2010).

Atualmente, muita atenção tem sido voltada para o papel das proteínas na saúde humana, principalmente em dietas para perda de peso, controle do diabetes, perda de gordura e ganho de massa muscular. Neste sentido, o isolamento de determinadas proteínas do soro de leite tem se tornado uma alternativa para desenvolvimento de produtos voltados para indivíduos com necessidades nutricionais específicas (ETZEL, 2004).

Logo, várias técnicas foram desenvolvidas para a separação das proteínas do soro de leite, métodos esses que se baseiam nas diferenças de densidade (ultracentrifugação), de tamanho (separação por membranas de ultrafiltração - UF, microfiltração - MF, nanofiltração - NF, e osmose reversa - OR) e de cargas elétricas (troca iônica ou eletrodialise), na complexação/precipitação com outras substâncias (carboximetilcelulose, metais, metafosfatos etc.), ou por aquecimento ou métodos cromatográficos (filtração em gel) (BRANS et al., 2004; ETZEL, 2004; JOVANOVIĆ; BARAC; MAČEJ, 2005; CARRASCO; GUERRA, 2010). Estas técnicas permitem a obtenção de concentrados proteicos de soro de leite (CPS) também denominado WPC (*whey protein concentrate*), com um conteúdo proteico que varia

de 35 a 80%; e de isolados proteicos de soro de leite IPS, igualmente designado de WPI (*whey protein isolate*), que contêm acima de 90% de proteína (VALDUGA et al., 2006).

Destes, o WPC é um dos mais utilizados na indústria de alimentos, devido às propriedades tecnológicas de suas proteínas. Este pode ser empregado em produtos de panificação, em bebidas e em formulações infantis (BRANS et al. 2004), bem como em produtos cárneos (LUVIELMO; ANTUNES 2006; FERREIRA; FONSECA; SANTOS, 2009) e na obtenção de hidrolisados proteicos voltados para a nutrição clínica (SOUZA et al., 2008; SILVA et al., 2009; SILVA et al., 2010; SILVESTRE et al., 2011a; MORAIS et al., 2013b, c, d), com teor reduzido de fenilalanina (DE MARCO et al., 2005; DELVIVO et al., 2006; SILVESTRE et al., 2011b), bem como para a obtenção de peptídeos bioativos (SILVESTRE et al., 2012; MORAIS et al., 2013a).

3.2 Proteínas do soro de leite: aspectos nutricionais

O soro líquido, originário do leite bovino, contém aproximadamente 20% do conteúdo proteico do leite, o que corresponde, em média, de 4 a 7 g/L, das quais as principais são β -lactoglobulina (β -LG), α -lactalbumina (α -LA), soroalbumina bovina, imunoglobulinas, lactoferrina, lactoperoxidase, transferrina, fração proteose-peptonas, glicomacropéptídeos e algumas enzimas (ETZEL, 2004; JOVANOVIĆ; BARAĆ; MAĆEJ, 2005; HARAGUCHI et al., 2006; MADUREIRA et al., 2007).

No que concerne aos aspectos nutricionais destas proteínas destacam-se o alto valor biológico, o alto coeficiente de eficiência proteica, assim como os teores de aminoácidos essenciais (triptofano, lisina, treonina, metionina e isoleucina) e sulfurados (cisteína e metionina), comparáveis às proteínas do leite humano (WALZEN; DILLARD; GERMAN, 2002; SGARBIERI, 2004; SINHA et al., 2007), conforme ilustrado na Tabela 1.

Outro aspecto importante refere-se ao elevado teor de aminoácidos de cadeia ramificada - ACR (isoleucina, leucina e valina), os quais estão relacionados com a síntese proteica e a produção de energia nos músculos, a regulação metabólica da homeostase da glicose e da proteína, o metabolismo de lipídeo e o controle de peso corporal (WALZEN et al., 2002; ZEMEL, 2003; ETZEL, 2004; MARSHAL, 2004; HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006; RENHE, 2008; SMITHERS, 2008; SOUSA et al., 2012). Além disso, os teores de aminoácidos destas proteínas são superiores às recomendações de ingestão diária para lactantes, crianças e adolescentes, estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2002), como mostrado na Tabela 2.

Tabela 1 - Composição aminoacídica das proteínas do leite humano e das proteínas do soro de leite de vaca

Aminoácido	Concentração (mg aminoácido/g de proteína)		
	Proteínas do leite humano ¹	Proteínas do soro de leite ²	
		β -LG	α -LA
Ácido Aspártico + Asparagina	90	100	170
Ácido Glutâmico + glutamina	178	176	118
Alanina	38	54	15
Arginina	23	26	11
Cisteína	17	28	58
Fenilalanina	42	32	42
Glicina	23	9	24
Histidina	21	15	29
Isoleucina	55	62	64
Leucina	96	136	104
Lisina	69	105	109
Metionina	16	29	9
Prolina	80	42	14
Serina	50	33	43
Tirosina	52	36	46
Treonina	44	44	50
Triptofano	17	20	53
Valina	55	54	42

β -LG: β -lactoglobulina; α -LA: α -lactalbumina.

Fonte: ¹World Health Organization (2002); ²Etzel (2004).

Tabela 2 – Requerimento de aminoácidos essenciais para lactantes, crianças e adolescentes

Idade	Requerimento (mg aminoácido/g de proteína)								
	His	Ile	Leu	Lis	AAS	AAA	Thr	Trp	Val
Até 6 meses	20	32	66	57	28	52	31	8,5	43
1-2 anos	18	31	63	52	26	46	27	7,4	42
3-10 anos	16	31	61	48	24	41	25	6,6	40
11-14 anos	16	30	60	48	23	41	25	6,5	40
15-18 anos	16	30	60	47	23	40	24	6,3	40
Mais de 18 anos	15	30	59	45	22	38	23	6,0	39

* His: histidina; Ile: isoleucina; Leu: leucina; AAS: aminoácidos sulfurados; AAA: aminoácidos aromáticos; Thr: treonina; Trp: triptofano; Val: valina.

Fonte: World Health Organization (2002).

As proteínas do soro também apresentam quociente de eficiência proteica e valor biológico similares às proteínas do ovo e superiores aos da caseína (ANTUNES, 2003; FERREIRA, 2009), o que demonstra sua excelente qualidade proteica. Ainda se caracterizam por serem rapidamente digeríveis e absorvidas, o que promove um aumento na concentração plasmática de aminoácidos essenciais de maneira rápida e aguda, atingindo um pico máximo em torno de 60 minutos após a ingestão (ANTHONY et al., 2001).

Além disso, são apontadas como nutrientes portadores de atividade funcional, capazes de modular algumas respostas fisiológicas do organismo animal. Estudos realizados em diferentes modelos experimentais (animais, humanos e *in vitro*) têm comprovado a eficácia dessas proteínas na modulação orgânica, com o aumento da capacidade imunomodulatória, aumento no combate a infecções e processos inflamatórios, ação antibacteriana e antiviral, estímulo da absorção e função intestinal, aumento da absorção de minerais, aumento da síntese de hormônios, ação anticancerígena, além do efeito citoprotetor a partir da promoção da síntese de glutathione (WALZEN; DILLARD; GERMAN, 2002; CHATTERTON et al., 2006; MORENO et al., 2006; PACHECO et al., 2006; MADUREIRA et al., 2007; ATTAALLAH et al., 2012; ZIEGLER et al., 2012).

Com relação especificamente ao metabolismo de lipídeos, vários estudos já foram realizados para se avaliar os efeitos da suplementação da dieta com proteínas do soro de leite sobre o perfil de lipídeos séricos. Em modelos animais (SAUTIER et al. 1983; NAGAOKA et al. 1991, 1992; KAWASE et al. 2000; JACOBUCCI et al. 2001; HARAGUCHI et al. 2009, 2010), o uso destas proteínas foi capaz de promover redução significativa dos níveis séricos e/ou hepáticos de colesterol total. Algumas hipóteses já foram propostas para explicar este efeito hipocolesterolêmico, incluindo a redução das concentrações das lipoproteínas de muito baixa densidade (*very low density lipoprotein* – VLDL) ou de baixa densidade (*low density lipoprotein* – LDL) (NAGAOKA; KANAMARU; KUSUYA, 1991; NAGAOKA et al., 1992), alterações no metabolismo das lipoproteínas de alta densidade (*high density lipoprotein* – HDL) (SAUTIER et al., 1983; NAGAOKA et al., 1992; HARAGUCHI et al., 2010), assim como a redução da absorção intestinal do colesterol dietético (KAWASE et al., 2000).

Contudo, os resultados apresentados nestes estudos são conflitantes, uma vez que alguns autores (CHOI; IKEDA; SUGANO, 1989; JACOBUCCI et al., 2001; HARAGUCHI et al., 2009) também demonstraram que a redução do colesterol total foi acompanhada por aumento da concentração de triacilgliceróis. Além disso, outros autores também relatam que a quantidade de proteína empregada na execução destes experimentos é outro fator que deve ser considerado, tendo em vista que, segundo Zhang; Beynen (1993), somente dietas com teor proteico superior a 30% é que poderiam exercer ação hipocolesterolêmica.

Em estudo realizado com 20 homens adultos, Kawase et al. (2000) também avaliaram o efeito da ingestão de leite fermentado enriquecido com proteínas do soro de leite sobre os níveis séricos de lipídeos. Durante um período de oito semanas, 10 voluntários receberam 200 mL de leite fermentado, enquanto os outros 10 tomaram um placebo (sem proteínas do soro). Os pesquisadores verificaram que, após quatro semanas, o grupo que recebeu o leite

fermentado mostrou níveis significativamente maiores de HDL, bem como redução dos triacilgliceróis e da pressão sistólica, quando comparados ao grupo placebo. Além disso, no primeiro grupo também houve uma diminuição do colesterol total e dos níveis de LDL, os quais não foram estatisticamente diferentes do segundo grupo.

Outra hipótese que sustenta a ação redutora de gordura corporal pelas proteínas do soro de leite refere-se ao alto teor de aminoácidos de cadeia ramificada destas proteínas, o que pode controlar a liberação de insulina pós-prandial e maximizar a ação gliconeogênica hepática e, ainda, minimizar a perda de massa magra, tendo em vista que a leucina atua nos processos de síntese proteica (LAYMAN, 2003; LAYMAN et al., 2003; LAYMAN; BAUM, 2004).

Zemel (2004) também demonstrou a perda de gordura corporal em ratos alimentados com soro de leite, como fonte de cálcio, em relação a outras fontes não lácteas. De acordo com estes autores, o aumento da ingestão dietética de cálcio promoveria uma supressão dos hormônios calcitrópicos, acelerando a lipólise e regulando o armazenamento de triacilgliceróis, o que resultaria na perda de gordura. Além deste mecanismo, Zemel (2003) ainda sugere que este efeito benéfico do cálcio é potencializado por componentes bioativos das proteínas do soro de leite, que promoveriam a melhor regulação do metabolismo energético do tecido adiposo e dos músculos.

3.2.1 Propriedades funcionais tecnológicas das proteínas do soro

Além das propriedades nutricionais, as proteínas do soro do leite apresentam características que permitem diversas aplicações alimentícias oferecendo benefícios tecnológicos importantes, como melhora na textura, realce no sabor e cor, emulsificação e estabilização de alimentos (SMITHERS et al., 2008), formação e estabilização de espumas, aumento da emulsão, geleificação, formação de filmes e capsulas protetoras (WONG; CARMIRAND; PAVLAT, 1996).

As propriedades funcionais das proteínas classificam-se em três principais grupos: propriedades de hidratação, as quais são dependentes da interação proteína-água (absorção, retenção, molhabilidade, adesão, dispersibilidade, solubilidade e viscosidade); propriedades que estão relacionadas às interações proteína-proteína (precipitação e geleificação) e propriedade de superfície (tensão superficial, emulsificação e formação de espuma) (MESSENS; VAN CAMP; HUYGHEBAERT, 1997).

Seguem abaixo as principais propriedades funcionais das proteínas do soro:

➤ Solubilidade

Solubilidade proteica é, termodinamicamente, a concentração da proteína no solvente num sistema simples ou de duas fases (ANTUNES, 2003). É a mais importante característica de uma proteína, visto ser a propriedade funcional primária na determinação das demais propriedades. Isso implica em dizer que, para que as proteínas do soro exibam características gelatinizantes, emulsificantes e espumantes é primordial que tais proteínas sejam solúveis (NAKAI; CHAN, 1985; CÂNDIDO, 1998).

A composição proteica, bem como a solubilidade do soro de leite em pó e dos seus concentrados e isolados disponíveis comercialmente, varia, significativamente. Isso ocorre devido aos vários processos que podem estar envolvidos em sua produção, incluindo numerosos tratamentos térmicos (pasteurizações múltiplas, evaporação, *spray dryer*), aumento na força osmótica durante a concentração e modificações do pH, além dos distintos processos e culturas utilizados na produção do queijo. Desta forma, as propriedades funcionais dos ingredientes à base de proteínas do soro são estritamente dependentes dos métodos de processamento usados para produzi-los (SURH; WARD; MCCLEMENTS, 2006). Segundo Cândido (1998), a solubilidade da proteína em um sistema de multicomponentes é de grande importância na escolha de métodos para a produção de isolados proteicos, fracionamento de proteínas e purificação.

O pH da solução também exerce influência sobre a solubilidade das proteínas do soro, uma vez que afeta a natureza e a distribuição de cargas de uma proteína. Em geral, as proteínas são mais solúveis em pHs baixos (ácidos) ou elevados (alcalinos) por causa do excesso de cargas do mesmo sinal, produzindo repulsão entre as moléculas e, conseqüentemente, contribuindo para sua maior solubilidade. Soluções aquosas de WPC aquecidas em pH próximas ao ponto isoelétrico das proteínas do soro (4,3 - 5,0) têm sua solubilidade reduzida, enquanto que, em pH 7,0, não há interferência negativa na solubilidade (SCHMIDT et al., 1983). Segundo alguns autores (KAKALIS; REGENSTREIN, 1986; WONG; HERALD; HACHMEISTER, 1996; MANN; MALIK, 1996, WIT, 1998;), isto ocorre porque quando uma solução proteica está no seu ponto isoelétrico, ou seja, quando a proteína num sistema aquoso apresenta carga líquida nula, as interações proteína-proteína aumentam, pois as forças eletrostáticas moleculares estão num mínimo. Conseqüentemente, menos água interage com as moléculas de proteína, o que se torna condição favorável para que as moléculas de proteína se aproximem, agreguem e precipitem. Ou seja, quanto mais

próximo for o pH de uma solução proteica do seu ponto isoelétrico (PI), mais baixa será a solubilidade da mesma.

Outro fator que muito influencia na solubilidade proteica é a temperatura. Quando esta aumenta suficientemente por um determinado período de tempo, a proteína é desnaturada devido à exposição dos grupos sulfidrilas (SH-), inicialmente no interior das moléculas proteicas (SOOD; SIDHU; DEWAN, 1976; MINE, 1996; KIM, 1998; LANGENDORFF et al., 1999).

Assim, de forma geral, pode-se dizer que as proteínas do soro são altamente solúveis, especialmente quando comparadas ao caseinato de sódio e a proteína de soja, sendo esta solubilidade uma importante propriedade funcional em produtos fluidos e semifluidos. A desnaturação e pequena perda de solubilidade ocorrem quando são submetidas a temperaturas superiores a 60°C e valores de pH na faixa de 4,6 a 6,0 (UNITED STATES DAIRY EXPORT COUNCIL, 1997).

➤ Propriedades emulsificantes/ emulsificação

São usualmente descritas como propriedades emulsificantes, a quantidade máxima de óleo emulsionado, sob condições específicas, por uma quantidade conhecida de proteína e que permaneça estável durante certo período de tempo a uma dada temperatura (PATEL; KILARA, 1990; ANTUNES, 2003). É uma importante propriedade das proteínas em alimentos emulsionados, tais como queijos, sorvetes, molhos para saladas e carnes processadas (PAGNO et al., 2009).

As proteínas do soro atuam como agentes surfactantes, ou seja, diminuem a tensão interfacial na interface óleo/água e formam um filme coesivo muito delgado em torno das gotículas de óleo. Além disso, também estabilizam a emulsão contra floculação e coalescência, já que sem a existência de um agente estabilizador, estas tendem a se agrupar e finalmente coalescem, separando o sistema em duas fases: uma aquosa e uma oleosa (ANTUNES, 2003).

No entanto, ainda segundo Antunes (2003) é difícil determinar as propriedades emulsificantes das proteínas do soro de leite devido às diferentes fontes de CPS ou IPS e às variações tanto na metodologia empregada quanto na composição proteica e mineral.

Uma emulsão pode também ser estabilizada por proteínas. No entanto, para que estas exerçam a função de estabilizadoras de emulsão é necessário que contenham na molécula, grupos hidrofílicos e hidrofóbicos, ou seja, partes polares e apolares. Assim, haverá a ligação

da parte hidrofóbica da molécula com a fase gordurosa, e a ligação da parte hidrofílica da molécula com o meio aquoso. Essa propriedade é apresentada pelas proteínas do soro de leite bovino, pois a mesma apresenta grupos hidrofílicos e hidrofóbicos em sua estrutura (ANTUNES, 2003).

Conforme Antunes (2003) as propriedade emulsificantes de proteínas são descritas por:

Atividade Emulsificante: refere-se à máxima área interfacial por unidade de peso de proteína de uma emulsão estabilizada em sistemas cuidadosamente estabelecidos

Capacidade Emulsificante: reflete a quantidade máxima de óleo emulsificado sob condições específicas por uma quantidade padrão de proteína.

Estabilidade de Emulsão: refere-se à capacidade de uma proteína de formar emulsão que permanece estável durante certo período de tempo a uma dada temperatura e num campo gravitacional definido.

➤ Gelatinização

O processo de gelatinização de proteínas pode ser definido como um fenômeno de agregação destas, no qual interações proteína - proteína e proteína - água estão de tal forma balanceadas que permitam a formação de uma rede terciária ou matriz. Essa rede, ou matriz formada, é capaz de englobar grandes quantidades de água, além de outros componentes (ANTUNES, 2003).

A geleificação desempenha papel fundamental em determinados alimentos e em outras propriedades funcionais, como absorção de água, formação e estabilização de espumas e emulsões. Para que se forme o gel proteico é necessário que haja desnaturação e agregação posterior de forma ordenada, em que predominem as interações proteína-proteína (ORDÓÑEZ et al., 2005). Pode ser formado pela adição de sais, de enzimas, por mudanças de pH ou pela aplicação de calor. Os géis de proteínas do soro enquadram-se nos mecanismos de gelatinização induzida pelo calor, tendo em vista que são obtidos por meio de aquecimento (ANTUNES, 2003).

A principal propriedade funcional do concentrado proteico de soro em produtos com redução de gordura, além da incorporação de proteína ao produto, é a capacidade de formação de gel, com retenção significativa de água e de compostos não proteicos. Esta propriedade confere ao produto textura lisa e cremosa similar ao produto com teor integral de gordura (YAMAUCHI; SHIMIZU; KAMIYA, 1980). Sem dúvida, as propriedades de gelatinização

dos concentrados proteicos de soro são, provavelmente, uma de suas mais importantes características, do ponto de vista funcional e comercial (ANTUNES, 2003).

➤ **Formação de espumas**

A formação de espuma é um processo semelhante ao de formação de uma emulsão. No entanto, apresenta como diferença única a existência de pequenas bolhas de ar em vez de gotículas de óleo. As mesmas características estruturais são requeridas das proteínas, como agentes formadores e estabilizadores de espuma, ou seja, a existência de grupos hidrofóbicos e hidrofílicos nas moléculas proteicas. De uma forma geral, as proteínas desnaturadas melhoram a estabilidade da espuma, ao passo que, as não desnaturadas, embora formem espumas com características satisfatórias, tendem a estabilizar com menor eficiência (ANTUNES, 2003).

Ainda segundo Antunes (2003), dois termos têm sido empregados para caracterizar propriedades espumantes:

Capacidade de formação de espuma: quantidade de área interfacial que pode ser criada por uma proteína. Pode ser expressa como overrun ou como “poder espumante”;

Estabilidade de Espuma: expressa como quantidade de líquido drenado por unidade de tempo, sob condições padronizadas.

3.3 Substitutos de gordura em alimentos

3.3.1 Definições

A gordura é um termo genérico para uma classe de lipídeos, os chamados de triglicerídeos, triglicérides ou, mais corretamente, de triacilgliceróis (TAG). É um elemento de grande importância na alimentação humana devido às suas propriedades nutricionais (fonte de energia e de ácidos graxos essenciais; carreadora das vitaminas lipossolúveis A, D, E e K), funcionais (tecnológicas) e sensoriais (PINHEIRO; PENNA, 2004; DESENVOLVENDO..., 2008; JORGE; MALACRIDA, 2008; KAPITULA; KLEBUKOWSKA, 2009; CASAROTTI; JORGE, 2010). Além disso, desempenha outras importantes funções no organismo como

manutenção da temperatura corporal, proteção de órgãos vitais e promoção do esvaziamento lento do estômago, resultando na sensação de saciedade (PINHEIRO; PENNA, 2004).

Do ponto de vista tecnológico, as gorduras são importantes, pois são emulsificantes, estabilizantes de espumas, agentes aeradores de massas, carreadoras de pigmentos e compostos aromáticos (YACKEL; COX, 1992; MATTES, 1998). Devido às suas propriedades físicas, também são consideradas um ingrediente chave para os aspectos sensoriais e fisiológicos dos alimentos, contribuindo para o sabor, cremosidade, aparência, aroma, odor e sensação de saciedade após as refeições, além de outros atributos sensoriais altamente desejáveis como maciez e suculência (PINHEIRO; PENNA, 2004).

A gordura também afeta as propriedades físicas e químicas do produto e, conseqüentemente, apresenta várias implicações práticas, sendo as mais importantes o comportamento do produto alimentício durante o processamento (estabilidade ao calor, viscosidade, cristalização e propriedades de aeração), as características de pós-processamento (sensibilidade a quebra/corte, pegajosidade, migração e dispersão) e a estabilidade de armazenamento, que pode incluir estabilidade física (emulsificação, migração ou separação de gordura), estabilidade química (rancidez ou oxidação) e estabilidade microbiológica (atividade de água e segurança) (SUBSTITUTO..., 2008).

Estes compostos ainda têm uma função essencial na determinação das quatro principais características sensoriais de produtos alimentícios, ou seja, a aparência (brilho, translucidez, coloração, uniformidade da superfície e cristalinidade), a textura (viscosidade, elasticidade e dureza), o sabor (intensidade de flavor, liberação de flavor, perfil de sabor e desenvolvimento de flavor) e o *mouthfeel* (derretimento, cremosidade, lubricidade, espessura e grau de *mouth-coating*) (SUBSTITUTOS..., 2008).

Apesar da sua relevância tanto do ponto de vista tecnológico quanto do metabolismo humano, o consumo excessivo de gorduras está diretamente associado à ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como as cardiovasculares, o diabetes tipo II, a obesidade e alguns tipos de câncer (DESENVOLVENDO..., 2008). Assim, a redução do consumo do teor de gordura ingerido pode contribuir para a minimização dos riscos de doenças cardiovasculares, o que tem estimulado o desenvolvimento de produtos com baixos conteúdos de lipídeos (LOBATTO-CALLEIROS et al., 2007; AZIZNIA et al., 2008). Todavia, de acordo com Lima; Nassu (1996):

A atitude dos consumidores em relação aos problemas de saúde que podem advir do consumo de alimentos com alto teor de gorduras não é a de simplesmente alterar seu

hábito alimentar, mas sim de consumir alimentos formulados de maneira que apresentem baixo teor de gordura, mas com as mesmas características sensoriais dos produtos originais. (LIMA; NASSU, 1996).

A produção de alimentos com baixo teor de gordura demanda a utilização de produtos com os atributos dos lipídios, mas com conteúdo calórico reduzido. Portanto, devido às suas propriedades físicas e às complexas funções dos lipídeos conforme citado anteriormente, formular alimentos com pouca ou nenhuma gordura, sem afetar as características sensoriais, funcionais e nutricionais dos alimentos é um desafio para a indústria. Assim, nem sempre se consegue expressiva redução calórica em função da manutenção das propriedades sensoriais (MONTEIRO et al., 2006).

Ao desenvolver um produto onde a redução de gordura seja obtida pela incorporação de substitutos, é importante considerar ou estabelecer, primeiro, as características físicas e químicas dos ingredientes funcionais usados; em segundo, o que as possíveis interações com outros componentes alimentícios podem causar; e, em terceiro, as consequências no processo, ou ainda, que mudanças de processamento serão necessárias para alcançar a máxima funcionalidade (DESENVOLVENDO..., 2008).

Vários substitutos de gordura têm sido desenvolvidos e estes devem ter analogia funcional às gorduras que substituem, serem livres de efeitos tóxicos, não produzirem metabólitos diferentes daqueles produzidos pela gordura convencional, ou serem completamente eliminados do organismo, e serem reconhecidos como seguros (LIMA; NASSU, 1996; PINHEIRO; PENNA, 2004). O ingrediente ideal precisaria ter uma estrutura química e propriedades físicas semelhantes às da gordura, mas precisaria ainda ser resistente a hidrólise, através de enzimas digestivas, para ter zero ou muito baixo valor calórico (SUBSTITUTOS..., 2008).

A partir da utilização dos substitutos de gordura é possível originar produtos denominados *diet* e *light*. Estes tipos de alimentos dietéticos vêm apresentando significativo aumento no consumo, tendo em vista que as pessoas buscam cada vez mais produtos alimentícios com menos gordura ou, até mesmo, isentos deste macronutriente. Conforme dados da Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Dietéticos e para Fins Especiais e Congêneres (ABIAD), os produtos *diet* e *light* cresceram cerca de 870%, de 1998 a 2008 (ABIAD, 2008).

3.3.2 Tipos de substitutos de gordura

Os termos e definições empregados para descrever os ingredientes desenvolvidos especificamente para substituir a gordura em produtos alimentícios variam entre os autores, criando confusão com a terminologia empregada para os substitutos de gordura, sendo comum o uso dos termos estrangeiros como *fat replacer*, *fat substitute*, *fat mimetic*, *low-calorie fat*, *fat analogues* ou *fat extends* (AKOH, 1998; PINHEIRO; PENA, 2004; AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2005; SANTOS, 2009; DIAMANTINO; PENNA, 2011). Verifica-se que os termos relacionados aos substitutos de gordura são bastante diversificados em inglês, sendo que na legislação Brasileira, não existe, até o presente momento, uma definição exata para todos eles (DIAMANTINO; PENNA, 2011).

É importante destacar que a classificação dos compostos disponíveis para uso como substitutos de gordura também pode envolver aspectos relacionados às suas estruturas químicas (substitutos derivados de lipídeos, carboidratos ou proteínas), na origem da substância (natural ou sintética), no valor calórico (gorduras naturais menos calóricas ou sintéticas), bem como de suas habilidades em reduzirem o valor calórico do alimento ou de mimetizarem parcial ou totalmente as características das gorduras (LIMA; NASSU, 1996; PINHEIRO; PENA 2004; LIM; INGLET; LEE, 2010; DIAMANTINO; PENNA, 2011).

O termo repositor ou substituto de gorduras (*fat replacer*) foi uma das primeiras denominações a serem empregadas para este tipo de substância, e se referia a qualquer ingrediente que fosse usado para substituir a gordura (AKOH, 1998; PINHEIRO; PENA 2004; AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2005; SANTOS, 2009; CASAROTTI; JORGE, 2010; DIAMANTINO; PENNA, 2011).

Todavia, este termo não levava em consideração a habilidade do composto em substituir a gordura completamente, em todos os sistemas alimentícios, sendo os estudos então direcionados para a obtenção de um ingrediente ideal, isto é, uma substância com estrutura química e propriedades físicas similares à gordura, resistente à hidrólise pelas enzimas digestivas, tendo preferivelmente valor calórico zero ou muito baixo. Neste contexto, surgem então os chamados ingredientes sintéticos (CASAROTTI; JORGE, 2010).

Os substitutos de gordura sintéticos (*fat substitutes*) são compostos desenvolvidos para substituir a gordura em igualdade de peso, sendo derivados da própria gordura, por modificação enzimática, ou sintetizados quimicamente, resistentes a hidrólise por enzimas digestivas, sendo a maioria estável a temperatura de cocção e fritura (AKOH, 1998,

PINHEIRO; PENNA, 2004; SANTOS, 2009; CASAROTTI; JORGE, 2010; DIAMANTINO; PENNA, 2011).

A gordura mimética ou imitador de gordura (*fat mimetic*) são substâncias que imitam as propriedades físicas e sensoriais dos TAG, mas não substituem a gordura em base de peso por peso. Comumente são constituintes comuns dos alimentos, como amido e celulose, que são física ou quimicamente modificados para mimetizarem a função das gorduras (AKOH, 1998). Estes compostos necessitam de alto conteúdo de água para atingir sua funcionalidade, e são resistentes à hidrólise por enzimas digestivas (PINHEIRO; PENA, 2004; SANTOS, 2009; CASAROTTI; JORGE, 2010; DIAMANTINO; PENNA, 2011), porém podem desnaturar ou caramelizar em altas temperaturas, não sendo adequados para produtos que passarão por processo de fritura, sendo indicados apenas para alimentos que serão cozidos ou assados (AKOH, 1998).

Os análogos de gordura (*fat analogues*), também conhecidos como gorduras de baixas calorias (*low-calorie fat*), são triglicerídeos sintetizados a partir da combinação de ácidos graxos não convencionais na cadeia de glicerol, resultando em reduzido valor calórico (PINHEIRO; PENA, 2004; SANTOS, 2009; CASAROTTI; JORGE, 2010; DIAMANTINO; PENNA, 2011). Possuem muitas das características das gorduras, porém com a digestibilidade e o valor nutritivo alterados. Fornecem de 0 a 5 kcal/g e compreendem óleos e gorduras não metabolizáveis, total ou parcialmente (ZAMBRANO; CAMARGO, 1999; PINHEIRO; PENNA, 2004).

Já os extensores de gordura (*fat extender*) são um sistema de gorduras contendo uma proporção de gorduras padrões ou óleos combinados com outros ingredientes, com o propósito de otimizar a funcionalidade da gordura, permitindo uma redução na quantidade de gordura utilizada no produto tradicional (PINHEIRO; PENNA, 2004; AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2005; SANTOS, 2009; CASAROTTI; JORGE, 2010; DIAMANTINO; PENNA, 2011).

3.3.3 Substitutos de gordura derivados de proteínas

Embora existam diferentes substâncias que possam ser utilizadas como substitutos de gordura, as proteínas vêm recebendo especial atenção em virtude de suas propriedades tecnológicas e, por este motivo, serão mais bem descritas nesta revisão.

Os substitutos de gordura a base de proteínas são classificados como *fat mimetics* e são produzidos a partir das proteínas do leite, do milho, da soja, soro de leite e ovos, entre outros

alimentos, fornecendo de 1 a 4 kcal/g. As proteínas podem ser combinadas entre si ou com amidos, gomas e outros hidrocolóides, constituindo substitutos com efeito sinérgico na redução da gordura e manutenção da textura original do produto (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2005; SANTOS, 2009).

Entre os vegetais, as proteínas da soja (concentrado ou isolado proteico) destacam-se como substituto de gordura, em virtude de serem consideradas fontes de fibras, de oligossacarídeos com potencial prebiótico (rafinose e estaquiose), de vitaminas e de minerais (DE ANGELIS, 2002; DIAMANTINO; PENNA, 2011).

Outro produto com forte potencial para ser utilizado como substituto de gordura é o soro de leite. Além das propriedades nutricionais de suas proteínas, estas ainda apresentam propriedades funcionais/tecnológicas altamente significativas (solubilidade, ligação e retenção de gordura, retenção de água, emulsificação, formação de espuma e aeração, geleificação), além de contribuírem para a cor, o sabor e a textura de produtos alimentícios (PINHEIRO; PENA, 2004; TERRA et al., 2009). Estas proteínas também são importantes, pois podem aumentar a qualidade proteica da dieta e terem um impacto sobre a saciedade e o consumo de alimentos em curto prazo (LAYMAN; BAUM, 2004).

Algumas vantagens dos substitutos proteicos de gordura incluem a capacidade das proteínas de se ligarem aos componentes aromáticos dos alimentos, a possibilidade de utilização de menores quantidades de proteínas para substituir a gordura (1 g de proteína/3 g de gordura), bem como a habilidade de formarem micropartículas (PINHEIRO; PENNA, 2004; CASAROTTI; JORGE, 2010).

A microparticulação de proteínas é um processo que consiste na aplicação de calor às proteínas de maneira que estas coagulem na forma de gel, ao mesmo tempo em que se submete o sistema a uma força de cisalhamento, fazendo com que as proteínas coaguladas formem partículas com diâmetros muito pequenos (0,1 a 2,0 μm). Como é um processo resultante de agregação física de moléculas e não de interações químicas, mantêm-se a sequência de aminoácidos e a conformação tridimensional da proteína, e, portanto, suas qualidades nutricionais e tecnológicas são preservadas. (LIMA; NASSU, 1996; PRINDIVILLE; MARSHALL; HEYMANN, 2000; SANTOS, 2009).

Outra vantagem das proteínas microparticuladas é que o tamanho dessas partículas, o volume na hidratação e as propriedades de superfície afetam a habilidade das proteínas de simular o efeito da gordura. Além disso, ocorre um sinergismo entre as proteínas microparticuladas e os outros ingredientes do alimento, necessários para completar a ilusão de

consumir um alimento com baixo teor de gordura, mas muito próximo da sua versão integral (CASAROTTI; JORGE, 2010; DIAMANTINO; PENNA, 2011).

Neste contexto, as proteínas do soro de leite já foram empregadas como substitutos de gordura em vários alimentos, tais como produtos cárneos (FIGUEIREDO et al., 2002; FERREIRA; FONSECA; SANTOS, 2009), bebida láctea (SIVIERI; OLIVEIRA, 2002; NIKAEDO; AMARAL; PENNA, 2004), sorvete (NABESHIMA et al., 2001; RODRIGUES et al., 2006; ALFAIFI; STATHOPOULOS, 2010), molho para salada tipo *French* (GOMES et al. 2008), queijo (LOBATO-CALLEROS et al., 2001; LOBATO-CALLEROS et al., 2007), requeijão em barra (SOARES et al., 2002), sobremesa (NIKAEDO, 2004; VIDIGAL et al., 2012) e pão de queijo (CLARETO et al., 2006; ZAMBRANO et al., 2012).

Por outro lado, este tipo de substituto deve ser empregado com cautela em produtos de panificação e para frituras, tendo em vista que as altas temperaturas alcançadas nestes processos podem promover a coagulação e desnaturação proteicas, com consequente perda de cremosidade e textura (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, 2005; SANTOS, 2009; CASAROTTI; JORGE, 2010). Também, podem se ligar quimicamente a compostos de *flavor*, causando perda de intensidade ou até formação de odores estranhos (LIMA; NASSU, 1996).

Além disso, formular alimentos com pouca ou nenhuma gordura, sem afetar sabor, textura, facilidade de processamento, estabilidade durante o armazenamento ou o teor de vitaminas lipossolúveis é um desafio para a indústria, devido às complexas funções dos lipídeos (GOMES et al., 2008).

A formulação de alimentos com baixos teores de gordura necessitam de reformulações do produto tradicional, algumas vezes com diferentes ingredientes. Outras características físicas do alimento, como a cor dourada dos produtos de panificação ou viscosidade dos molhos de salada, também devem ser reformuladas. Adicionalmente, atributos sensoriais como o grau de coesividade, firmeza e suculência devem também ser considerados (PINHEIRO; PENNA, 2004).

A redução do conteúdo de gordura de uma determinada formulação de produto é normalmente associada ao aumento simultâneo em conteúdo de umidade, afetando a estabilidade microbiológica, podendo requerer a adição de conservantes químicos, os quais não estariam presentes nos produtos similares sem a redução de gordura (DESENVOLVENDO..., 2008).

3.4 Emulsões cárneas

A emulsão pode ser definida como uma mistura de dois líquidos imiscíveis, um dos quais é disperso na forma de pequenas gotículas ou glóbulos no outro líquido (Figura 1) (PARDI et al., 1993; SGARBIERI, 1996; PARDI et al., 2007). Podem existir dois tipos de emulsão, dependendo da composição das fases. Quando a água é a fase contínua e o óleo ou gordura é a fase interna, tem-se uma emulsão óleo em água, como é o caso do leite, da maionese, sopas e molhos. Já quando a água é a fase interna e o óleo é a fase externa tem-se uma emulsão de água em óleo, sendo exemplos, a margarina e manteiga (McCLEMENTS, 2005).

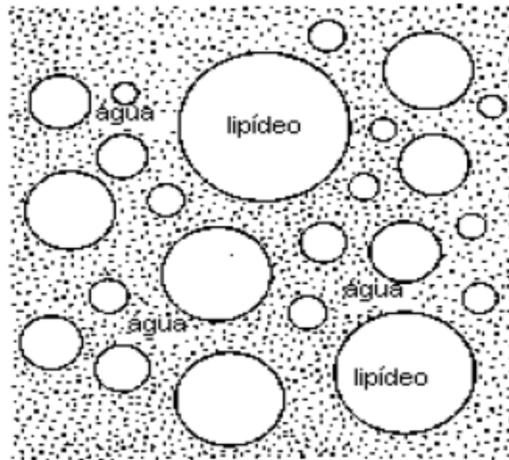


Figura 1 - Representação esquemática de uma emulsão verdadeira (óleo em água)
Fonte: FORREST et. al., 1979.

As emulsões cárneas são consideradas emulsão de “óleo em água”, constituindo um sistema de duas fases, a fase dispersa, formada por partículas de gordura sólida ou líquida, fibras musculares, aditivos, etc., e a fase contínua, constituída por água, sal, proteínas hidrossolúveis e outros elementos solúveis. A fase contínua não é simplesmente a água e sim um sistema coloidal complexo não totalmente homogêneo, cujas propriedades são determinadas por macromoléculas de proteínas, podendo chegar a 50 μm , além de sais e outras substâncias dissolvidas na fase aquosa (SGARBIERI, 1996; ROUSSEAU 2000). Porém, não são consideradas emulsões verdadeiras. A Figura 2 ilustra uma emulsão cárnea.

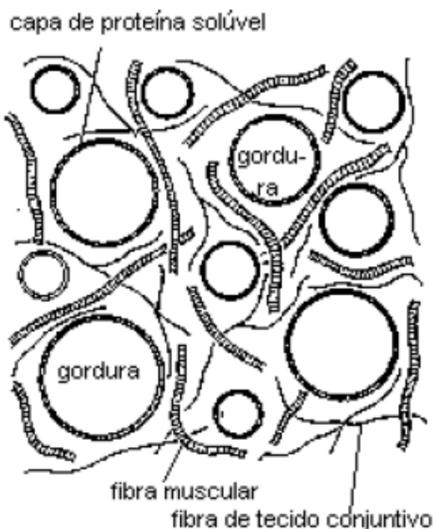


Figura 2 - Esquema de uma emulsão de carne
 Fonte: FORREST et al., 1979.

Para que ocorra a união entre o óleo e a água, faz-se necessária a presença de uma proteína, que é o agente denominado emulsificante ou estabilizante (SHIMOKOMAKI et al., 2006). Quando a gordura entra em contato com a água, existe uma grande tensão interfacial entre ambas as fases. Os agentes emulsionantes atuam reduzindo esta tensão e permitem a formação de uma emulsão com menor energia interna, aumentando, portanto, sua estabilidade. Os agentes emulsionantes têm afinidade tanto pela água como pela gordura. As porções hidrofílicas de tais moléculas têm afinidade pela água e as porções hidrofóbicas têm mais afinidade pela gordura. Se existe quantidade suficiente de agente emulsionante, este formará uma capa contínua entre as duas fases, estabilizando, portanto, a emulsão (ORDÓÑEZ et. al., 2005).

Na emulsão da carne, as proteínas solúveis dissolvidas na fase aquosa atuam como agentes emulsionantes, recobrando todas as partículas de gordura dispersas. Para que a emulsão cárnea seja estável, é absolutamente necessário que as proteínas estejam solubilizadas. A eficácia emulsificante de proteínas e a estabilidade da emulsão cárnea, dependem tanto do pH da carne quanto da quantidade de sal empregada na formulação. O pH mais próximo da neutralidade e cerca de 4% de sal favorecem a máxima capacidade emulsificante das proteínas miofibrilares. Com o pH normal dos produtos cárneos cerca de 5,8 a 6,0, a capacidade emulsificante das proteínas cárneas eleva-se ao aumentar-se a concentração de sal (ORDÓÑEZ et al., 2005).

As proteínas solúveis podem ser sarcoplasmáticas e quando na presença de sal, são as miofibrilares. As proteínas miofibrilares (actina e miosina) são agentes emulsificantes mais eficientes, sendo responsáveis pela estabilidade da emulsão, e são insolúveis em água e soluções salinas diluídas. No entanto, são solúveis em solução salina mais concentrada, tendo o sal como função nas emulsões cárneas, solubilizar estas proteínas na fase aquosa, tornando-as disponíveis para recobrir as partículas de gordura (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2002).

O sal, a água e alguns aditivos auxiliam na solubilização e no intumescimento das proteínas, devido à absorção de água, produzindo uma matriz viscosa (OLIVO, 2006). A solubilidade ocorre, pois os íons cloro (Cl) aumentam a carga negativa nos polipeptídios, com elevação do pH (saindo fora do pH próximo do ponto isoelétrico) provocando repulsão da cadeia molecular, mudando a conformação do estado GEL (proteína - enveludada) para o estado SOL (proteína solubilizada) (OLIVO, 2006). Contudo, a estabilidade final é o principal fator de qualidade de uma massa cárnea e está relacionada com a retenção da água e da gordura. Assim, uma importante característica dos produtos cárneos é sua habilidade de ligar vários componentes e proporcionar a coesividade do produto, conferindo textura firme ao fatiamento e à mastigação (BORTOLUZZI, 2009).

Os fatores que podem afetar a estabilidade da emulsão são: temperatura, tamanho da partícula de gordura, efeito do pH, concentração de sal, disponibilidade proteica, viscosidade do sistema, tipo da gordura, velocidade de adição da gordura e velocidade de mistura da massa (PARDI et al., 1996).

3.4.1 O patê

A instrução Normativa nº 20 de 31/07 (BRASIL, 2000), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que aprovou o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do patê de galinha, define este como produto cárneo industrializado obtido a partir de carnes e/ou produtos cárneos e/ou miúdos comestíveis, das diferentes espécies de animais de açougue, transformados em pasta, adicionado de ingredientes e submetido a um processo térmico adequado.

É um produto cozido com tradições gastronômicas importantes e com propriedades sensoriais bastante apreciadas (LE BA; ZUBER, 1996; ECHARTE et al., 2004). O primeiro patê foi elaborado com fígado de ganso, pato ou porco, chamado de *foie grass*, o qual era

disponível em terrinas, potes, latas ou embalagens a vácuo (RUSSELL et al., 2003; ECHARTE et al., 2004)

Existem duas denominações para patês: patê cremoso e pastoso. O cremoso é produzido com parte da carne crua e outra cozida, e o pastoso é processado com matéria-prima cozida (SCHMELZER-NAGEL, 1999). O patê é um produto curado e de massa fina, sendo considerado um embutido cozido, pasteurizado ou esterilizado. Segundo Terra (1998), os embutidos cozidos são elaborados com matéria-prima cozida e uma vez embalados, são submetidos a um tratamento térmico.

Este produto cárneo industrializado contém principalmente, carnes, gorduras e especiarias. Pode apresentar em sua formulação até 32% de gorduras totais (BRASIL, 2000). Este nível de gordura é considerado elevado, especialmente quanto às gorduras saturadas. Desta forma a redução do teor de gordura deste produto é um aspecto desejável, uma vez que pode contribuir para a redução de ácidos graxos saturados e, conseqüentemente, do teor de colesterol, dando origem assim, a um produto mais saudável. No entanto, segundo Schiffner; Oppel; Lörtzing (1996), a quantidade ótima de gordura em um patê deve estar compreendida entre 20 e 60%, sendo que seus extremos influenciam a qualidade final do produto. Segundo estes autores, um patê com menos de 20% de gordura perde sua untuosidade característica e se resseca, ficando com um aspecto repulsivo ao ser embutido, e ao ressecar-se, forma-se uma camada externa cinzenta. Já, se possui gordura suficiente e está bem repartida evita-se a perda de água e o patê resiste a longos períodos de conservação sem deteriorar-se. A gordura empregada pode ser mole ou dura, e deve ser fresca, já que determina o aroma do produto final.

Segundo Hughes; Cofrades; Troy (1997), a incorporação de gordura à massa, além de contribuir para a palatabilidade, também contribui para a estabilidade estrutural de produtos emulsionados, devido às propriedades de liga, reológica e estrutural. Carballo et al.(1996) também relatam a importância da gordura para a textura dos produtos cárneos e afirmam que existem dificuldades na preparação de produtos emulsionados com baixo teor de gordura. Assim, para amenizar o efeito da retirada de gordura em alimentos cárneos é necessário adicionar substituto(s) que auxiliem na retenção de água, e que promovam a funcionalidade da gordura (KEETON, 1994; PANERAS; BLOUKAS; PAPADIMA, 1996; DESMOND; TROY; BUCKLEY, 1998).

Outro aspecto importante na elaboração de patês diz respeito à emulsificação sendo necessária atenção especial à temperatura de processamento. Tendo em vista que a proteína atua como estabilizante somente enquanto solúvel; a temperatura de trabalho deverá ser

inferior à da desnaturação proteica (inferior a 12°C), durante a emulsificação no “cutter”. Temperaturas altas desnaturam as proteínas miofibrilares, insolubilizando-as, o que determina a perda da sua capacidade estabilizante da emulsão cárnea (TERRA, 1998; TERRA et al., 2003). No que diz respeito ao patê de galinha, segundo Hedrick et al. (1994) a temperatura ideal para processar produtos emulsionados com carne de frango é de 10 a 12°C

Durante o cozimento, o produto deve obrigatoriamente atingir a temperatura interna de no mínimo 72°C para que ocorra a coagulação das proteínas miofibrilares. A temperatura mínima exigida pela legislação para este tipo de produto, para evitar a proliferação de esporos e de microrganismos e para a destruição das células viáveis dos mesmos e do *Clostridium botulinum*, é de 68°C, mas utiliza-se 72°C como margem de segurança (BRASIL, portaria nº 1002 e 1004, 1998).

A estabilidade dos produtos cárneos pode ser afetada por vários fatores, tais como a atividade microbiológica ou as reações químicas. A oxidação lipídica durante a refrigeração é um dos principais mecanismos associada à deterioração da qualidade em patê por este ser um produto processado, sendo até esperada em alguns tipos de patê, como o de fígado, pelo fato deste ter grandes quantidades de gordura e ferro (ESTEVÉZ et al., 2004; RUSSEL et al., 2003). Assim, o emprego de antioxidantes na elaboração de produtos cárneos é importante, uma vez que aumentam a vida de prateleira do produto e inibem ou retardam a oxidação do produto (RAMALHO; JORGE, 2006; ESTÉVEZ; VENTANAS; CAVA, 2006).

As características de qualidade que deverá apresentar este produto cárneo (BRASIL, 2000), são apresentadas na Tabela abaixo.

Tabela 3 - Características físico-químicas para patês exigidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil.

	%
Amido (máximo)	10
Carboidratos totais (máximo)	10
Umidade (máxima)	70
Gordura (máxima)	32
Proteína (mínima)	8

Fonte: Brasil, 2000

Alguns ingredientes devem ser obrigatoriamente utilizados na elaboração de patês. Estes são carne e/ou miúdos específicos das diferentes espécies de animais de açougue, sal, nitrito e/ou nitrato de sódio e/ou potássio. Além disso, os patês, seguidos de sua designação,

deverão conter no mínimo 30% da matéria prima que o designe, exceto o de fígado cujo limite mínimo poderá ser de 20% (BRASIL, 2000).

A utilização do sal pela indústria cárnea é de grande importância, uma vez que este confere sabor ao alimento, além de atuar como agente bacteriostático, impedindo ou limitando o desenvolvimento de bactérias. Além disso, devido à sua capacidade de extração e dissolução das proteínas miofibrilares, contribuem para a estabilidade da emulsão favorecendo a obtenção da textura desejada (KILINE; CAKLI, 2004; ORDÓÑEZ et al., 2005).

O objetivo da utilização de sais de cura, nitratos e nitritos, em derivados cárneos é evitar a proliferação de microorganismos formadores de esporos, proporcionarem a coloração rosada típica de produto curado (devido às reações com a mioglobina) e contribuir para o desenvolvimento do aroma característico de carne curada (ORDÓÑEZ et al., 2005; PARDI et al., 2007; HONIKEL, 2008). Entretanto, o nitrato atualmente é pouco utilizado, tendo sua aplicação mais frequente em produtos específicos, os quais possuem um processo de cura longo, permitindo que o nitrito seja liberado lentamente ao longo do processo (SEBRANEK; BACUS, 2007).

Como ingredientes opcionais na fabricação de patês podem ser citados de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Patê (BRASIL, 2000): gordura animal e/ou vegetal, proteínas de origem animal e/ou vegetal, açúcares, maltodextrinas, leite em pó, amido, aditivos intencionais, vinho e conhaque, condimentos, aromas e especiarias, vegetais (amêndoas, pistaches, frutas, trufas, azeitona), queijos. Permite-se também, a adição máxima de 3% de proteínas não cárneas na forma de proteína agregada.

Os condimentos são produtos contendo substâncias aromáticas, empregado com a finalidade de temperar, fornecendo ao produto aroma e sabor. Caso não sejam empregados os cuidados necessários, as especiarias em pó podem se tornar veículo de contaminação dos produtos, além de apresentar uma variação de qualidade. O emprego de óleos essenciais mostram vantagens sobre as especiarias naturais, por serem estéreis e conferir uma melhor aparência ao produto (MINOZZO, 2005).

Também podem ser utilizados na elaboração de patês a água e gelo. Estes, dissolvem os ingredientes não cárneos, e apresentam como principal função, controlar a temperatura da massa durante o processo de trituração, além de ajudar na formação da emulsão (PARDI et al., 1993).

De acordo com Pardi et al., (1993); Roque, (1996); Dal-Bó, (1999), dentre os aditivos intencionais utilizados na elaboração de patês, podem ser citados:

- ✓ Antioxidante: se destina a prolongar o prazo de vida útil, substância que retarda o aparecimento de alterações oxidantes nos alimentos, aceleram a reação de cura, estabiliza a cor e o sabor, reagem quimicamente com o nitrito diminuindo a concentração de nitrito residual;
- ✓ Estabilizantes (emulsificantes, fosfatos): substância que favorece e mantém as características físicas das emulsões e suspensões. Tem a função de retardar a oxidação e impedir a perda de água durante o descongelamento. Melhora a cor, sabor e consistência do produto, permite maior retenção do suco da própria carne;
- ✓ Agente emulsificante: a simples presença das proteínas solúveis da carne não é suficiente para manter a estabilidade da emulsão, sendo necessária à adição de outro componente. Quando a gordura está em contato com a água, existe uma tensão interfacial alta entre as duas fases. Uma das funções do agente emulsificante é reduzir esta tensão interfacial, permitindo a formação de uma emulsão com menos energia intrínseca e o aumento da estabilidade global. A característica que distingue os agentes emulsionantes é que suas moléculas têm afinidade tanto pela água quanto pela gordura. As porções hidrofílicas de tais moléculas têm afinidade pela água, enquanto que suas porções hidrofóbicas têm afinidade pela gordura. Estas afinidades são melhor satisfeitas quando as porções hidrofóbicas e hidrofílicas do agente emulsionante podem alinhar-se entre as fases aquosa e lipídica;
- ✓ Flavorizante: são substâncias que conferem e intensificam o sabor e aroma dos alimentos. Grande exemplo deste tipo de aditivo é o glutamato, produto a base de ácido glutâmico que modifica as características sensoriais dos produtos a que é adicionado.

4 METODOLOGIA

4.1 Local de estudo

Este trabalho foi conduzido na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Diamantina, MG. A elaboração das diferentes formulações de patê de galinha foi conduzida no Laboratório de Segurança Alimentar e Nutricional Sustentável e no Laboratório de Tecnologia e Biomassas do Cerrado, ambos do Departamento de Nutrição da Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde (FCBS). As análises físico-químicas foram realizadas nos laboratórios de Bioquímica, do Departamento de Ciências Básicas (FCBS) e no Laboratório Integrado de Pesquisas Multiusuário dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (LIPEMVALE).

4.2 Material

Para a elaboração do patê utilizou-se filé de peito de frango e toucinho (com registro do Serviço de Inspeção Federal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), sal, pimenta do reino, mix de condimentos (alho, cebola e salsa), urucum e açúcar cristal que foram adquiridos em mercado varejista em Diamantina, Minas Gerais, Brasil. Os aditivos nitrito de sódio, fosfato e eritorbato de sódio (Adicel Indústria e Comércio Ltda, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil) e a lecitina de soja (Tripocel Alimentos, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil) foram adquiridos em loja especializada no Mercado Central de Belo Horizonte, Minas Gerais.

O concentrado proteico de soro de leite (*whey protein concentrate* – WPC) da marca Alibra WPC 80 (4,0% de umidade; 75,5% de proteína; 9% de lipídeos; 2,7% de cinzas; 8,3% de lactose) foi cedido pela Empresa de Desenvolvimento Tecnológico, Belo Horizonte, Minas Gerais.

A albumina sérica bovina (código A7906), o reativo de Folin-Ciocalteu (código F9252), o tetraetoxipropano (código 108383), o dicloreto de alfa-naftiletlenodiamina (código N9125) e a sulfanilamida (código S9251) foram adquiridos da Sigma Aldrich (São Paulo, Brasil) e o ácido tiobarbitúrico (código V774-05, JT Baker) da Hexis Científica SA (São Paulo, São Paulo, Brasil). Os demais reagentes empregados nas análises deste estudo eram de grau analítico.

4.3 Produção das formulações de patê de galinha

Inicialmente, foram realizados vários experimentos, com objetivo de definir a formulação controle do patê de galinha. Uma vez que não foi encontrado estudos na literatura com este tipo de subproduto cárneo, foi necessário testar qual a quantidade ideal de ingredientes para manter boas características físicas como homogeneidade, estabilidade da emulsão, textura e cor da formulação. Desta forma, o melhor resultado foi obtido para o patê com concentração de 20% de gordura, que foi considerada a formulação controle. A partir de então, foram propostas outras formulações com diferentes substituições parciais de gordura por Concentrado Proteico de Soro de Leite (*Whey Protein Concentrate*- WPC), sendo denominada de G1 a formulação contendo 3% de WPC-80 (substituição de 15% de gordura), G2 contendo 5% (substituição de 25% de gordura) e G3 com 10% de WPC-80 (substituição de 50% de gordura). Os demais ingredientes foram idênticos para todas as formulações de patê conforme relacionado na Tabela 4.

TABELA 4 - Ingredientes utilizados na elaboração das diferentes amostras de patê de galinha

INGREDIENTES	Quantidade (g%)			
	P1	G1	G2	G3
Peito de frango	43,0	43,0	43,0	43,0
Lecitina (agente emulsionante)	3,0	3,0	3,0	3,0
Toucinho	20	17	15	10
WPC	-	3,0	5,0	10
Água	31,0	31,0	31,0	31,0
Nitrito de sódio	0,5	0,5	0,5	0,5
Eritorbato de sódio	0,25	0,25	0,25	0,25
Sal	1,3	1,3	1,3	1,3
Fosfato de sódio	0,25	0,25	0,25	0,25
Açúcar	0,1	0,1	0,1	0,1
Pimenta do Reino	0,1	0,1	0,1	0,1
Urucum	0,2	0,2	0,2	0,2
Mix condimentos (alho, cebola e salsa)	0,3	0,3	0,3	0,3

P1 - patê controle contendo o teor de gordura total (20%); G1 – patê de galinha com redução de 15% de gordura (adição de 3% de WPC); G2 – patê de galinha com redução de 25% de gordura (adição de 5% de WPC); G3 - patê de galinha com redução de 50% de gordura (adição de 10% de WPC). WPC – *Whey protein Concentrate*.

Fonte: Dados da pesquisa

As carnes e o toucinho foram processados no Laboratório de Segurança Alimentar e Nutricional Sustentável do Departamento de Nutrição/UFVJM, onde foram retiradas todas as

membranas fibrosas e gorduras aparentes da carne de frango, bem como a pele do toucinho e, em seguida, estes ingredientes foram triturados separadamente, utilizando-se um processador de alimentos (modelo RI7625, Philips-Walita, São Paulo, São Paulo Brasil). O processamento dos diferentes tipos de patê foi realizado conforme Viana et al.(2003), sendo realizado de acordo com o fluxograma de produção apresentado na Figura 3. A massa crua foi submetida à determinação da composição química e aos testes de qualidade. Parte da massa crua foi submetida a tratamento térmico em autoclave a 121 °C por 15 min, sendo o produto final correspondente à massa cozida. Nesta amostra foram feitas as análises de determinação da composição química e avaliação da estabilidade. As formulações preparadas foram envasadas em frascos de vidro de 30g e armazenadas sob refrigeração (5° C) até o momento da realização das análises. Todo o processo de produção foi realizado de acordo com as Boas Práticas de Fabricação.

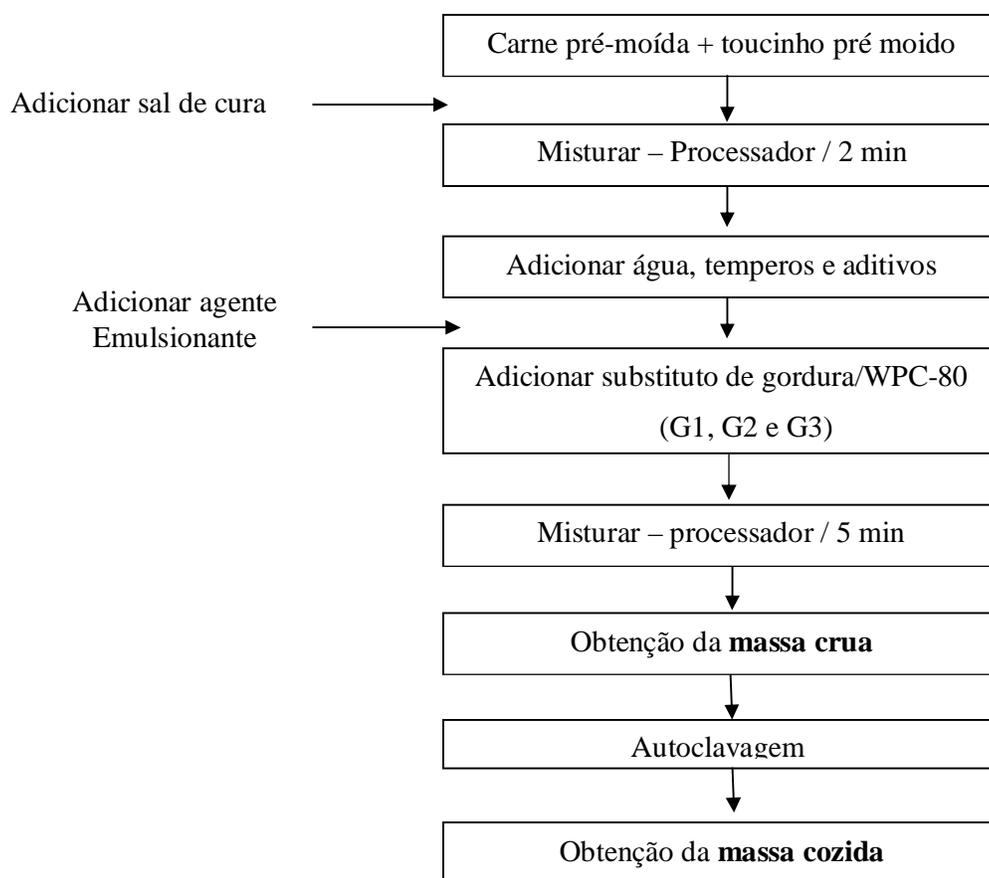


Figura 3 - Fluxograma de processamento do patê de galinha

Fonte: Elaborada pela autora

4.4 Análises da massa crua

A fim de verificar a estabilidade das formulações durante o processo de cocção foram realizadas nas massas cruas de todas as amostras de patê de galinha a avaliação da qualidade (pH, estabilidade da massa crua, teores de proteínas solúveis e nitrito residual). Também foi determinada a composição química.

4.4.1 Determinação da composição química da massa crua

A composição química das massas cruas, tanto das formulações controle quanto das modificadas, foi determinada segundo os métodos descritos na *Association of Official Analytical Chemists* (HORWITZ; LATIMER JR., 2007), sendo todas as análises realizadas em triplicata. A umidade foi determinada pelo método de secagem em estufa ventilada (Quimis Q-314M242, série 020, Diadema, São Paulo, Brasil) a 105°C até peso constante; as cinzas, por incineração, em mufla (MDS, Fornitec, São Paulo, São Paulo, Brasil) a 550 °C; os lipídeos, por extração com éter etílico em Soxhlet modificado (Quimis Q-308G26, série 018, Diadema, São Paulo, Brasil); as proteínas foram determinadas pelo método de micro-Kjeldahl (bloco digestor SOLAB, modelo SL25/40 e destilador de nitrogênio modelo TE-0363, TECNICAL, Piracicaba, São Paulo, Brasil), empregando o fator de conversão de nitrogênio para proteína de 6,25.

4.4.2 Qualidade da massa crua

A qualidade da massa crua foi avaliada com relação ao pH, à estabilidade da massa crua e aos teores de proteínas solúveis e nitrito.

Para a determinação do teor de proteínas sal-solúveis empregou-se o método descrito por Silva et al. (2003), com algumas modificações. Inicialmente, pesou-se 1 g de massa crua do patê de galinha, que foi homogeneizado com 10 mL de solução de NaCl 0,6 mol. L⁻¹. Após a centrifugação (centrífuga modelo NT 800, Novatecnica, Piracicaba, SP) a 5000 x g, a 5 °C, por 15 min, foram retiradas alíquotas (200 µL) do sobrenadante e feita a quantificação do teor de proteínas solúveis pelo método de Lowry *et al.* (1951), modificado por Hartree (1972), empregando a albumina sérica bovina como padrão. O teor de proteínas sal-solúveis foi expresso em mg de proteína solúvel por g de amostra. A análise foi feita em cinco repetições.

A estabilidade da massa crua (*raw batter stability* - RBS) das formulações de patê de galinha foi determinada de acordo com o método descrito por Silva et al. (2003), com algumas modificações. Para isso, 10 g da massa crua foram pesados em tubos tipo Falcon e imersos em banho-maria a 75 °C por 30 min. Em seguida, foram centrifugados (centrífuga modelo NT 800, Novatecnica, Piracicaba, SP) a 400 x g, por 10 min. Posteriormente, o suco liberado foi decantado e as amostras, cuidadosamente, retiradas dos tubos, secas em papel toalha e repesadas para a determinação da perda de líquido. A RBS foi expressa como o inverso da perda de peso, em percentagem do peso inicial pela fórmula abaixo. A determinação foi feita em cinco repetições.

$$\text{RBS} = \frac{\text{peso final da amostra (g)}}{\text{peso inicial da amostra (g)}} \times 100$$

A análise para determinação do teor de nitrito foi realizada de acordo com os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para controle de carnes, produtos cárneos e seus ingredientes, sal e salmoura (BRASIL, 2000). Assim, foram pesadas 10 g de amostra homogeneizada em béquer de 50 mL. Em seguida foi transferida para erlenmeyer de 500 mL com o auxílio de 100 mL de água deionizada quente. Posteriormente foi adicionado 5 mL de solução de tetraborato de sódio a 0,5 % e deixado em banho-maria por 15 minutos, agitando frequentemente e esfriou-se à temperatura ambiente. Com o auxílio de um funil e bastão de vidro, o conteúdo do erlenmeyer foi transferido quantitativamente, para balão volumétrico de 250 mL e o erlenmeyer foi lavado com aproximadamente 50 mL de água deionizada quente (60 °C). Em seguida foi adicionado 5 mL de solução de ferrocianeto de potássio a 15% e 5 mL de solução de sulfato ou acetato de zinco a 30%. Após a adição de cada reagente fez-se a agitação por rotação, completou-se o volume com água e fez-se a filtração em papel de filtro qualitativo (J. Prolab, São José dos Pinhais, PR). Parte do filtrado (10 mL) foi transferido para um balão volumétrico de 50 mL e adicionados 5 mL de solução de sulfanilamida a 0,5 %. Deixou-se reagir por 3 minutos e adicionou 3 mL de solução de cloreto de alfa-naftiletilenodiamina a 0,5 %, agitando após cada adição. O volume foi completado com água deionizada e homogeneizado. Deixou-se em repouso por 30 minutos (ao abrigo da luz) e foi feita a leitura em espectrofotômetro (modelo SP 2000 UV, Bel Photonics, Osasco, SP) a 540 nm.

A avaliação do pH foi realizada de acordo com Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para controle de carnes, produtos cárneos e seus ingredientes, sal e salmoura

(BRASIL, 2000). Assim, 2g das diferentes amostras de patê foram diluídos e homogeneizados em 20 mL de água destilada, sendo o pH avaliado em potenciômetro (Modelo MPA-210, MS Tecnocon, Piracicaba – SP), previamente calibrado.

4.5 Análises da massa cozida das formulações de patê

Após o processamento, as diferentes formulações de patê de galinha foram submetidas às análises físico-químicas e à avaliação da estabilidade durante o armazenamento de 28 dias.

4.5.1 Determinação da composição química da massa cozida do patê

A determinação da composição química da massa cozida das diferentes formulações de patê de galinha (P1, G1, G2 e G3) foi realizada de acordo com os métodos descritos na *Association of Official Analytical Chemists* (HORWITZ; LATIMER JR., 2007), descritos no item 4.4.1.

4.5.2 Avaliação da estabilidade

Para a avaliação da estabilidade do patê de galinha foram realizadas as análises de pH, cor e oxidação lipídica das diferentes formulações (P1, G1, G2 e G3), logo após o processamento (tempo zero) e também após 7, 14, 21 e 28 dias de estocagem sob refrigeração a 5 °C.

A avaliação do pH foi realizada conforme descrito no item 4.4.2.

A avaliação da cor foi realizada em colorímetro (Modelo Chroma Meter CR-400/410, Konika Minolta, Nova Jersey, Estados Unidos) sendo os resultados expressos com L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho e verde) e b* (intensidade de amarelo e azul), segundo Ramos; Gomide (2009). O colorímetro foi inicialmente calibrado e as amostras foram colocadas em recipiente de vidro próprio do colorímetro. Posteriormente foram posicionadas na porta de reflectância do colorímetro, sendo considerado o valor médio de cinco leituras em diferentes pontos para cada formulação de patê de frango (P1, G1, G2 e G3).

Os índices de saturação (c*) e o ângulo de tonalidade (h*) foram calculados pelas seguintes fórmulas:

$$c^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$h^* = \tan^{-1} (b^* / a^*).$$

A oxidação lipídica ao longo do período de estocagem foi avaliada pela quantificação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (*thiobarbituric acid reactive substances* - TBARS), de acordo com Rosmini et al. (1996), com as modificações propostas por Silva et al. (2003). Assim, um grama de amostra foi diluído em 1 mL de água destilada e misturado com 5,0 mL de água destilada e 10 mL de solução de ácido tricloroacético a 10 g% (p/v). Em seguida foram agitadas durante 5 minutos em agitador magnético (modelo NT 800, Nova Técnica, Piracicaba, SP) e acrescentados 5 mL de ácido tiobarbitúrico (0,02 M). As amostras foram agitadas novamente por 2 minutos e em seguida, filtradas através de papel filtro qualitativo (J. Prolab, São Jose dos Pinhais, PR) com auxílio de bomba a vácuo Primatec Modelo 131. Os filtrados foram mantidos em banho-maria a 100 °C por 35 minutos, e então resfriados à temperatura ambiente. A absorvância foi lida a 532 nm em espectrofotômetro (modelo SP-2000UV, Bel Photonics, Osasco, São Paulo, Brasil) e a concentração de TBARS foi calculada a partir de uma curva padrão, usando o tetrametoxipropano como referência. Ao mesmo tempo um sistema modelo era processado da mesma maneira sem o patê (BRANCO).

4.6 Análise estatística

As amostras de patê foram preparadas em três repetições e todas as análises foram realizadas em triplicata. Para verificar o efeito da adição do WPC e a redução de gordura na composição química e na qualidade da massa crua (teores de proteína sal-solúvel e nitrito residual, pH e estabilidade da massa crua) foi empregada a análise de parcelas subdivididas (*split-plot*). O mesmo delineamento foi aplicado para avaliar o efeito do tempo de armazenamento na estabilidade do patê de galinha. Análise de variância foi realizada para investigar a presença de efeitos significativos entre os tratamentos ($p < 0,05$) e, nestes casos, foi aplicado o teste de Tukey para estabelecer a diferença entre as médias (PIMENTEL-GOMES, 2009). Todas as análises foram realizadas com os softwares *Bioestat* (AYRES et al., 2007) ou *Sisvar* (FERREIRA, 2006, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises da massa crua

Os resultados encontrados nas análises realizadas na massa crua das diferentes formulações de patê de galinha são apresentados abaixo.

5.1.1 Determinação da composição química da massa crua

A caracterização da composição química das diferentes formulações de patê de galinha está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 - Composição química da massa crua das diferentes formulações de patê de galinha

Componente (g%) ¹	Amostras de patê			
	P1	G1	G2	G3
Umidade	62,06 ± 1,92 ^b	61,66 ± 2,21 ^{bc}	69,20 ± 0,59 ^a	58,93 ± 1,58 ^c
Proteínas	11,51 ± 0,42 ^d	15,35 ± 0,32 ^c	18,59 ± 0,29 ^b	21,70 ± 1,21 ^a
Lipídeos	19,44 ± 1,09 ^a	18,24 ± 1,28 ^a	15,67 ± 0,29 ^b	6,98 ± 0,85 ^c
Cinzas totais	2,69 ± 0,16 ^a	2,23 ± 0,40 ^a	2,59 ± 0,23 ^a	2,56 ± 0,37 ^a

¹ Valores expressos como a média de seis repetições ± desvio padrão. P1 - Patê controle contendo o teor de gordura total (20%), G1 - patê de galinha com redução de 15% de gordura (adição de 3% de WPC); G2 - patê de galinha com redução de 25% de gordura (adição de 5% de WPC); G3 - patê de galinha com redução de 50% de gordura (adição de 10% de WPC). WPC - *Whey protein Concentrate*. Médias indicadas por letras iguais (linha) não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados da Pesquisa

Foram constatadas diferenças significativas entre os teores de proteínas e lipídeos entre as amostras analisadas, compatíveis com a substituição gradual destes ingredientes nas formulações. Com relação ao teor de umidade, menor valor foi encontrado na formulação com maior adição de WPC (G3) quando comparado à formulação padrão. Isto pode estar relacionado com a maior retenção de água na massa crua desta formulação, em função da adição das proteínas do soro de leite, tendo em vista as propriedades funcionais apresentadas por estas proteínas, como alta capacidade de ligação, absorção e retenção de água (SGARBIERI; CANDIDO; KRUGER, 2012). Estas propriedades aumentam a força de ligação com a água do alimento, podendo favorecer a redução do teor de umidade e atividade de água no alimento. Ou seja, esta ligação das proteínas com a molécula de água, impede a remoção da água durante a dessecação em estufa, reduzindo o teor de umidade. Verificou-se,

ainda, que a substituição da gordura pelo WPC não promoveu alterações significativas no teor de cinzas.

Não foram encontrados relatos na literatura que avaliassem a composição centesimal de massas cruas de patê de galinha com substituição parcial de gordura por WPC. Todavia, alguns pesquisadores têm estudado a redução de gordura em outros derivados cárneos. Assim, Ferreira et al. (2009) elaboraram linguças de carne suína com redução de 50% de gordura adicionadas de WPC-33 em diferentes quantidades (0,2%, 0,5% e 1%) e também observaram um aumento médio no nível de proteína de 3 a 4%, coincidente com a incorporação destas proteínas lácteas. Estes autores ainda constataram uma redução média de 40% no teor de lipídeos das formulações de linguças, valor inferior ao encontrado no presente estudo onde a formulação com maior substituição de gordura por WPC (G3) apresentou uma redução de 64,09% de gordura.

Hughes; Mullen; Troy (1998) prepararam salsicha tipo Frankfurt com 5% e 12% de gordura adicionando água nas formulações para substituir a gordura. Eles adicionaram separadamente às formulações amido de mandioca e WPC 35% na quantidade de 3%, para testarem os efeitos destes ingredientes sobre as características das salsichas com redução de gordura. Assim como no presente estudo, estes autores observaram um aumento no teor de proteínas da massa crua das amostras que variou de 12,7% na formulação controle para 13,6% na formulação com WPC. Quanto ao teor de umidade, todas as amostras cruas de salsicha com adição de WPC apresentaram menor valor (70,2% na formulação com 12% de gordura e 76,9% na formulação com 5% de gordura) quando comparadas à padrão (72,4% e 77,8% para as formulações com 12 e 5% de gordura respectivamente).

Também, outros substitutos de gordura de origem proteica vêm sendo utilizados como substitutos de gordura em outros produtos cárneos e os resultados são controversos. Assim, Viana et al. (2003b) utilizaram a globina e o plasma bovinos e a associação destes dois ingredientes, para substituir 38,2% de gordura em patê de presunto. Assim como no presente estudo, os autores observaram uma elevação de proteína (21,57%) nas amostras com substituição de gordura e redução de 25 a 35% no teor de gordura, levando também à obtenção de produtos *light*. Os teores de cinza também não foram alterados. No entanto, contrariamente ao ocorrido no presente estudo, os autores relataram uma elevação do teor de umidade (11,95%) nas amostras com substituição de gordura.

Neste mesmo sentido, diferente do presente estudo, Teixeira et al. (2004) elaboraram salsichas de carne de aves com diferentes teores de água, proteína isolada de soja, amido de mandioca e carragena em substituição à gordura. Eles verificaram um maior teor de umidade,

quanto maior o teor de água e menor o teor de gordura. Também, contrariamente ao presente estudo, as formulações de salsichas com isolado proteico de soja apresentaram maior teor de cinzas. Conforme esperado, maiores teores de proteína foram encontrados nas formulações com maiores adições de proteína isolada de soja em substituição à gordura.

5.1.2 Avaliação da qualidade da massa crua de patê de galinha

Os resultados encontrados nas avaliações da qualidade da massa crua das diferentes formulações de patê de galinha estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Parâmetros de avaliação da qualidade da massa crua das diferentes formulações de patê de galinha.

Componente (g%) ¹	Amostras de patê			
	P1	G1	G2	G3
Ph	6,17 ± 0,04 ^d	6,46 ± 0,05 ^a	6,30 ± 0,02 ^c	6,39 ± 0,02 ^b
Estabilidade da massa crua (%)	74,13 ± 0,60 ^d	76,93 ± 1,41 ^c	81,01 ± 1,48 ^b	86,74 ± 1,17 ^a
Proteínas solúveis (mg %)	15,34 ± 0,32 ^d	18,75 ± 0,09 ^c	23,70 ± 0,49 ^b	26,01 ± 0,05 ^a
Nitrito Residual	ND	ND	ND	ND

¹ Valores expressos como a média de seis repetições ± desvio padrão. P1 - patê controle contendo o teor de gordura total (20%); G1 - patê de galinha com redução de 15% de gordura (adição de 3% de WPC); G2 - patê de galinha com redução de 25% de gordura (adição de 5% de WPC); G3 - patê de galinha com redução de 50% de gordura (adição de 10% de WPC). ND = não detectado. WPC - *Whey protein Concentrate*. Médias indicadas por letras iguais (linha) não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados da Pesquisa

Com relação ao pH foi possível verificar diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre todas as amostras de patê, sendo os maiores valores encontrados nas formulações com substituição de gordura por proteínas do soro de leite (G1, G2 e G3), quando comparadas à formulação padrão (P1). A legislação nacional (BRASIL, 2000) não estabelece valores de pH para patês. Porém, embora não tenha sido encontrado nenhum estudo sobre a avaliação do pH em massa crua de patê de galinha com redução de gordura, os valores de pH aqui relatados já foram observados por outros autores em diferentes produtos cárneos, com redução de gordura, tais como mortadela (CARRARO, 2012), hambúrguer bovino (FILHO; OLIVEIRA; GOMES, 2012), patê de presunto (SILVA et al., 2003), linguiça de frango (FRANCISCO et al., 2013), mortadela de frango (ROQUE-SPECHT et al., 2011) e salsicha de porco light (AKESOWAN, 2008).

A estabilidade da massa crua também diferiu estatisticamente entre as formulações, aumentando à medida que aumentava a substituição da gordura por proteínas do soro de leite, sendo o maior valor encontrado na amostra G3, que teve a adição de 10% de WPC. Estes resultados podem ser explicados pelas excelentes propriedades funcionais, como capacidade emulsificante, de retenção de água e de gelatinização conferidas pelas proteínas do soro de leite (SGARBIERI, 2004). Desta forma, o fato de ter sido observado este aumento da estabilidade da emulsão de acordo com a incorporação de WPC, sugere que, nos níveis de substituição avaliados as proteínas do soro de leite provavelmente foram eficientes na emulsificação e na manutenção das emulsões de patê de galinha.

Não foram encontrados estudos sobre a estabilidade da massa crua em patês de galinha com substituição parcial de gordura por WPC. No entanto, foi possível verificar estudos utilizando-se estas proteínas lácteas como substitutos de gordura em outros produtos cárneos. Neste sentido, Hughes; Mullen; Troy (1998) prepararam salsichas tipo Frankfurt com 5% e 12% de gordura utilizando em uma formulação 3% de amido de mandioca e em outra formulação 3% de WPC 35%. Estes autores relataram que a redução do teor de gordura reduziu significativamente a estabilidade da emulsão utilizando-se amido de tapioca como substituto de gordura. No entanto, a adição de WPC, aumentou significativamente a estabilidade. Também, efeito similar ao do WPC foi obtido com a substituição de 32,8% de gordura por globina bovina em patês de presunto (VIANA et al., 2003a).

Além disso, há estudos relatando a utilização do soro lácteo como ingrediente em cárneos. Neste sentido, Yetim; Muller; Eber, (2001), observaram aumento da estabilidade da emulsão em salsichas elaboradas com 50%, 75% e 100% de substituição de gelo por soro de leite líquido, com maior estabilidade a 100% de substituição. Terra et al. (2009) também encontraram valores de estabilidade elevada (acima de 95%) em mortadelas elaboradas com soro de leite líquido. Estes achados fortalecem ainda mais a possível ação destas proteínas lácteas na manutenção da estabilidade da emulsão cárnea.

Resultado distinto ao do presente estudo quanto à estabilidade da massa crua foi encontrado em trabalho utilizando-se outro tipo de proteína como substitutos de gordura. Neste sentido, Roque-specht; Ramos; Cardoso (2011) observaram em seu estudo que a estabilidade de emulsão da massa crua não diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) entre a formulação padrão e as formulações de mortadela de frango com adição de 4% dos substitutos de gordura (proteína isolada de soja, polidextrose e Dairy-lo®).

Quanto aos teores de nitrito, este é considerado pela legislação Brasileira como um agente conservante, sendo sua quantidade máxima permitida em produtos cárneos de 150

mg/Kg⁻¹ de produto (BRASIL, 1998). Como as formulações de patê de galinha utilizadas neste estudo foram elaboradas com vários ingredientes, houve, portanto uma diluição deste ingrediente. Assim, embora a adição do nitrito tenha contribuído nas características do patê, o mesmo não pôde ser detectado com a metodologia recomendada para sua análise. Também, uma vez que neste estudo foram adotadas as Boas Práticas de Fabricação para a elaboração dos patês, optou-se pelo uso de menor quantidade de nitrito. Assim, a não detecção deste aditivo nas formulações provavelmente deve-se ao fato de que sua concentração relativa no produto final ficou abaixo dos limites de detecção espectrofotométrica.

Além disso, segundo Ferraccioli; Almeida (2012), o nitrito reage com aminas da carne durante o processamento e armazenamento, fazendo com que reduza seu nível de detecção residual em relação ao teor adicionado. Pardi et al. (2001) corrobora com esta afirmativa e de acordo com este autor, mais de 50% do nitrito adicionado em carnes é perdido em 24 horas, o que também pode justificar a não detecção de nitrito residual no presente estudo.

Observa-se que houve diferenças significativas quanto ao teor de SSP entre os tratamentos estudados. Ao comparar os resultados obtidos para os patês nos quais foram empregados substitutos de gordura com os do controle (sem substitutos de gordura), verifica-se que a adição de WPC elevou o teor de SSP. Este resultado já era esperado, uma vez que as proteínas do soro de leite apresentam grande solubilidade. Não foram encontrados na literatura, dados referentes à influência da utilização de WPC como substituto de gordura sobre SSP de patês de galinha. Porém, Viana et al. (2003a) verificou resultados semelhantes ao substituir 38,2% da gordura suína por plasma bovino isoladamente ou em associação com globina em patê de presunto.

5.2 Análises da massa cozida das formulações de patê

5.2.1 Composição química da massa cozida

Os resultados da composição química das amostras de patê de galinha estão apresentados na Tabela 7. Todas as formulações avaliadas atendem ao regulamento técnico de identidade e qualidade de patê (BRASIL, 2000) que estabelece o máximo de 70% de umidade, 32% de gordura e o mínimo de 8% de proteína.

Tabela 7 – Valores médios e respectivos desvios padrões da composição química das diferentes formulações de patê de galinha

Componente (g%) ¹	Amostras de patê			
	P1	G1	G2	G3
Umidade	63,01 ± 0,30 ^{ab}	63,65 ± 0,52 ^a	62,24 ± 0,11 ^b	63,14 ± 0,34 ^{ab}
Proteínas	11,36 ± 1,49 ^c	15,42 ± 0,32 ^b	18,31 ± 1,72 ^{ab}	21,03 ± 0,94 ^a
Lipídeos	20,69 ± 0,90 ^a	17,10 ± 0,85 ^b	15,31 ± 0,34 ^b	10,14 ± 1,06 ^a
Cinzas	2,62 ± 0,27 ^a	2,45 ± 0,06 ^a	2,47 ± 0,51 ^a	2,16 ± 0,29 ^a
Valor calórico	231,65 ± 13,81 ^a	215,59 ± 8,89 ^b	211,04 ± 9,31 ^b	175,36 ± 11,03 ^c

¹ Valores expressos como a média de triplicatas ± desvio padrão. P1 - patê controle contendo o teor de gordura total (20%); G1 - patê de galinha com redução de 15% de gordura (adição de 3% de WPC); G2 - patê de galinha com redução de 25% de gordura (adição de 5% de WPC); G3 - patê de galinha com redução de 50% de gordura (adição de 10% de WPC). WPC - *Whey protein Concentrate*. Médias indicadas por letras iguais (linha) não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados da pesquisa

Todas as formulações com substituição parcial de gordura por WPC apresentaram teores de umidade estatisticamente semelhantes à formulação controle (P1). Verificou-se, ainda, que a substituição da gordura pelo WPC não promoveu alterações significativas no teor de cinzas.

Foram observadas diferenças significativas entre os teores de proteínas e lipídeos nas amostras analisadas, compatíveis com a substituição gradual destes ingredientes nas formulações, sendo, os maiores valores de proteínas obtidos para as amostras com maiores quantidade de WPC.

Quanto ao teor de lipídeos, a porcentagem de redução obtida foi de 17,3% para G1, 26% para G2 e de 51% para G3 quando comparadas à formulação controle (P1). O valor teórico esperado de redução de gordura seria de 15, 25 e 50% para as amostras de G1, G2 e G3 respectivamente. Considerando que foi utilizado o WPC-80 em todas as formulações, esta diferença pode ser devido a falhas na uniformidade dos ingredientes decorrentes do

processamento como, por exemplo, a presença de partículas de toucinho distribuídas irregularmente. Além disso, os teores de gordura da carne de frango são bastante oscilantes, dependendo de fatores como espécie, raça, linhagem, idade e alimentação, o que pode também ter contribuído para os resultados encontrados. Portanto, de acordo com a Resolução RDC 54/2012 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), as amostras G2 e G3 alcançaram o atributo *reduzido* em relação ao teor de gorduras totais (redução mínima de 25% em comparação com o alimento de referência) podendo, portanto, receber a denominação de produto *light*.

Neste estudo, os valores calóricos das formulações de patê de galinha apresentaram uma redução progressiva de acordo com a redução de gordura efetuada, sendo de, 6,9% na formulação G1, 8,9% em G2 e 24,3% na formulação G3 quando comparadas à formulação padrão (P1). Embora esta redução calórica não tenha sido tão grande, isto se deve ao aumento do teor proteico nas formulações, já que cada grama de proteína fornece a quantidade de 4 kcal.

Não foi encontrado nenhum relato na literatura sobre o efeito da substituição parcial de gordura sobre a composição química de patê de galinha. No entanto, é possível verificar alguns dados sobre a utilização de proteínas do soro de leite como substituto de gordura em outros produtos cárneos. Assim, Hughes; Mullen; Troy (1998) prepararam salsichas tipo Frankfurt com 5% e 12% de gordura, adicionando água nas formulações para substituir a gordura. Eles adicionaram separadamente às formulações amido de mandioca e WPC- 35% na quantidade de 3% para testar os efeitos destes ingredientes sobre as características das salsichas com redução de gordura. Diferentemente do presente estudo, estes autores não observaram diferença no teor proteico da massa cozida das formulações controle e com adição WPC. Também, contrariamente ao presente estudo, os autores relataram que a massa cozida da formulação de salsicha contendo 5% de gordura e adicionada de WPC apresentou menor teor de umidade (72,8%) quando comparada à padrão (74,6%).

Também, Ferreira; Fonseca; Santos (2009) elaboraram linguiças de carne suína com redução de 50% do teor de gordura, adicionadas de concentrados proteicos em diferentes quantidades (0,2%, 0,5% e 1%) e também observaram um aumento médio no nível de proteína de 3 a 4%, coincidente com a incorporação de proteínas lácteas. Estes autores ainda constataram uma redução média nos teores de lipídeos e valor calórico das formulações de linguiça, de 40% e 30% respectivamente. Assim como no presente estudo não foi observada diferença nos teores de cinzas das amostras com redução de gordura quando comparadas à amostra padrão.

Ainda é possível encontrar na literatura alguns trabalhos sobre a utilização de outras fontes proteicas como substitutos de gordura em produtos cárneos e os resultados são controversos. Neste sentido, Muguerza et al. (2001) encontraram resultados semelhantes para o teor de proteínas em salsichas fermentadas ao empregarem isolados proteicos de soja pré-emulsificados com óleo de oliva para substituir de 10% a 30% da gordura. As formulações contendo os substitutos de gordura apresentaram um aumento de cerca de 11,6% no teor proteico quando comparadas à formulação controle (sem utilização de substituto). Diferentemente do presente estudo, estes autores também observaram que as amostras com maiores substituições de gordura apresentaram maiores teores de umidade. Viana et al. (2003b) ao avaliarem a substituição de 38,2% de gordura por globina e plasma bovino em patê de presunto, também verificaram um aumento do teor proteico (21,57%) nas amostras com substituição de gordura e redução de 25 a 35% no teor de gordura, levando também à obtenção de produtos *light*. Os teores de cinza também não foram alterados. Contudo, contrariamente ao ocorrido no presente estudo, os autores relataram uma elevação de 11,95% no teor de umidade das amostras com substituição de gordura.

Roque-Specht; Ramos; Cardoso (2011) avaliaram o efeito de gordura e seus substitutos (Dairy-loTM, Proteína isolada de soja Supro® e ICL® polidextrose) sobre as características de qualidade de mortadela de frango e perceberam que as formulações com baixo teor de gordura (6,3% de gordura) apresentaram os valores mais altos de umidade (67,51 a 71,52%).

5.2.2 Avaliação do pH durante o armazenamento

Os dados referentes às médias do pH, dos quatro tipos de patê de galinha durante o período de estocagem (28 dias), são apresentados na Tabela 8. A legislação brasileira (BRASIL, 2000) não estabelece valores de pH para patês. Desta forma, não há um consenso sobre o valor ideal de pH para este tipo de produto, e os valores considerados como normais para produtos cárneos, oscilam entre 5,2 e 6,8 (HEDRICK et al., 1994). No entanto, segundo Milani et al. (2003), quanto mais elevado o pH, maior é a probabilidade de desenvolvimento microbiano.

Os resultados indicaram que não houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os valores de pH em função do tempo de armazenamento em nenhuma das amostras de patê de galinha (P1, G1, G2 e G3).

Com relação à interferência da quantidade de gordura nos valores de pH das formulações de patê de galinha, foram observadas diferenças entre algumas amostras. Isso pode ter ocorrido devidas às variações da matéria prima. De forma geral, houve uma tendência de abaixamento de pH, conforme adição de WPC, sendo os menores valores encontrados na amostra G3, em quase todas as semanas de avaliação.

Tabela 8 - Valores de pH de patês de galinha com diferentes teores de gordura, em função do tempo de armazenamento

Tempo de armazenamento (dias)	Amostras de patê			
	P1	G1	G2	G3
0	6.84 ± 0,06 ^{Aa}	6.72 ± 0,02 ^{Ab}	6.64 ± 0,06 ^{Ac}	6.64 ± 0,02 ^{Ac}
7	6.54 ± 0,03 ^{Aab}	6.51 ± 0,03 ^{Ab}	6.55 ± 0,03 ^{Aa}	6.51 ± 0,04 ^{Ab}
14	6.64 ± 0,02 ^{Aa}	6.63 ± 0,01 ^{Aa}	6.59 ± 0,01 ^{Ab}	6.58 ± 0,01 ^{Ab}
21	6.61 ± 0,01 ^{Aa}	6.59 ± 0,04 ^{Aa}	6.62 ± 0,02 ^{Aa}	6.60 ± 0,01 ^{Aa}
28	6.59 ± 0,04 ^{Ab}	6.60 ± 0,03 ^{Aab}	6.64 ± 0,00 ^{Aa}	6.60 ± 0,04 ^{Aab}

*P1 - patê controle contendo o teor de gordura total (20%). G1 – patê de galinha com redução de 15% de gordura (adição de 3% de WPC), G2 – patê de galinha com redução de 25% de gordura (adição de 5% de WPC); G3 - patê de galinha com redução de 50% de gordura (adição de 10% de WPC). Cada valor representa a média de seis repetições, que se indicadas por diferentes letras maiúsculas (coluna) ou minúsculas (linha) são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$).

Fonte: Dados da Pesquisa

Embora não tenha sido encontrado nenhum relato na literatura a respeito da influência da utilização de WPC como substituto parcial de gordura sobre o pH de patê de galinha, resultados semelhantes a este foram encontrados em trabalhos realizados com outros tipos de produtos cárneos. Neste sentido Ferreira (2006) também não encontrou variações significativas do pH ao longo do período de armazenamento de sete dias de estocagem em linguças de carne suína com redução de 50% de gordura e adicionadas de concentrados proteicos em diferentes quantidades (0,2%, 0,5% e 1%). Os valores de pH da linguça variaram de 5,68 a 6,06.

Porém, quando outros tipos de substitutos de gordura a base de proteínas foram empregados, os resultados foram controversos. Assim, Teixeira (2004) também obteve o mesmo resultado em salsicha de carne de frango com proteína isolada de soja em substituição a gordura. Os valores de pH variaram de 6 a 6,4. Resultado distinto ao do presente estudo foi relatado por Roque-Specht et al. (2011) que observaram em seu estudo que formulações de mortadela de frango com médio e baixo teor de gordura, tratadas com proteína de soja apresentaram os maiores valores de pH. Chin et al. (1999) também encontraram valores semelhantes em mortadela de frango com baixo teor de gordura.

5.2.2 Avaliação da cor durante o armazenamento

Os resultados obtidos para a determinação de cor das diferentes formulações de patê de galinha estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Valores médios de estabilidade de cor das diferentes formulações de patê de galinha durante o tempo de armazenamento (dias) nos parâmetros L*, a*, b*, c*, h*

Índice de cor	Tempo de armazenamento (dias)	Amostras de patê			
		P1	G1	G2	G3
L*	0	35,06 ± 0,59 ^{Aa}	39,27 ± 0,35 ^{Aa}	46,67 ± 0,03 ^{Aa}	42,1 ± 1,00 ^{Aa}
	7	50,58 ± 0,68 ^{Aa}	48,86 ± 0,19 ^{Aa}	46,48 ± 0,22 ^{Aa}	46,42 ± 1,97 ^{Aa}
	14	47,14 ± 3,47 ^{Aa}	48,18 ± 0,47 ^{Aa}	48,34 ± 3,06 ^{Aa}	45,89 ± 4,13 ^{Aa}
	21	46,71 ± 2,61 ^{Aa}	43,2 ± 2,84 ^{Aa}	56,19 ± 0,86 ^{Aa}	48,95 ± 1,22 ^{Aa}
	28	48,45 ± 3,13 ^{Aa}	46,92 ± 4,13 ^{Aa}	55,05 ± 2,55 ^{Aa}	53,20 ± 1,68 ^{Aa}
a*	0	2,19 ± 0,35 ^{Aa}	2,42 ± 0,07 ^{Aa}	2,43 ± 0,03 ^{Aa}	2,93 ± 0,02 ^{Aa}
	7	2,53 ± 0,03 ^{Aa}	2,85 ± 0,12 ^{Aa}	2,26 ± 0,14 ^{Aa}	2,99 ± 0,08 ^{Aa}
	14	2,34 ± 0,21 ^{Aa}	2,64 ± 0,20 ^{Aa}	2,48 ± 0,18 ^{Aa}	2,89 ± 0,09 ^{Aa}
	21	2,30 ± 0,20 ^{Aa}	2,64 ± 0,16 ^{Aa}	2,44 ± 0,05 ^{Aa}	2,94 ± 0,15 ^{Aa}
	28	2,37 ± 0,28 ^{Aa}	2,55 ± 0,19 ^{Aa}	3,03 ± 0,14 ^{Aa}	3,43 ± 0,21 ^{Aa}
b*	0	18,08 ± 0,64 ^{Aa}	19,98 ± 0,05 ^{Aa}	19,67 ± 0,05 ^{Aa}	19,08 ± 0,07 ^{Aa}
	7	19,63 ± 0,02 ^{Aa}	20,30 ± 0,07 ^{Aa}	18,88 ± 0,40 ^{Aa}	19,63 ± 0,44 ^{Aa}
	14	18,39 ± 0,84 ^{Aa}	19,78 ± 0,35 ^{Aa}	19,61 ± 0,81 ^{Aa}	19,00 ± 1,18 ^{Aa}
	21	17,73 ± 0,65 ^{Aa}	18,11 ± 0,78 ^{Aa}	21,33 ± 0,33 ^{Aa}	20,25 ± 0,12 ^{Aa}
	28	18,41 ± 1,08 ^{Aa}	18,94 ± 1,26 ^{Aa}	21,07 ± 0,91 ^a	20,98 ± 0,38 ^{Aa}
c*	0	18,21 ± 0,60 ^{Aa}	20,12 ± 0,05 ^{Aa}	19,82 ± 0,05 ^{Aa}	19,32 ± 0,07 ^{Aa}
	7	19,79 ± 0,02 ^{Aa}	20,5 ± 0,07 ^{Aa}	19,02 ± 0,41 ^{Aa}	19,85 ± 0,43 ^{Aa}
	14	18,54 ± 0,86 ^{Aa}	19,95 ± 0,37 ^{Aa}	19,79 ± 0,81 ^{Aa}	18,50 ± 1,17 ^{Aa}
	21	17,44 ± 0,66 ^{Aa}	17,73 ± 0,80 ^{Aa}	21,35 ± 0,33 ^{Aa}	20,56 ± 0,11 ^{Aa}
	28	19,25 ± 1,10 ^{Aa}	19,11 ± 1,27 ^{Aa}	21,03 ± 0,92 ^{Aa}	21,52 ± 0,37 ^{Aa}
h*	0	83,06 ± 1,32 ^{Aa}	83,1 ± 0,20 ^{Aa}	82,97 ± 0,08 ^{Aa}	81,28 ± 0,08 ^{Aa}
	7	82,65 ± 0,10 ^{Aa}	82,00 ± 0,34 ^{Aa}	83,18 ± 0,36 ^{Aa}	81,34 ± 0,38 ^{Aa}
	14	82,77 ± 0,35 ^{Aa}	82,41 ± 0,44 ^{Aa}	82,79 ± 0,51 ^{Aa}	81,17 ± 0,54 ^{Aa}
	21	82,44 ± 0,49 ^{Aa}	81,81 ± 0,30 ^{Aa}	83,48 ± 0,09 ^{Aa}	81,47 ± 0,44 ^{Aa}
	28	82,55 ± 0,50 ^{Aa}	82,33 ± 0,43 ^{Aa}	81,4 ± 0,23 ^{Aa}	80,53 ± 0,53 ^{Aa}

P1 - patê controle contendo o teor de gordura total (20%). G1 - patê de galinha com redução de 15% de gordura (adição de 3% de WPC), G2 - patê de galinha com redução de 25% de gordura (adição de 5% de WPC); G3 - patê de galinha com redução de 50% de gordura (adição de 10% de WPC). L-Índice de luminosidade, a*-Índice de vermelho/verde, b*- Índice de amarelo/azul, c*- Índice de saturação, h*- Ângulo de tonalidade. WPC - *Whey protein Concentrate*. Cada valor representa a média de seis repetições, que se indicadas por diferentes letras maiúsculas (coluna) ou minúsculas (linha) são estatisticamente diferentes (p < 0,05).

Fonte: Dados da Pesquisa

Não foram encontradas diferenças significantes nos atributos de cor avaliados (L^* , a^* , b^* , c^* , h^*), em nenhuma das amostras de patê, o que indica que a substituição parcial de gordura por WPC não afetou a cor dos produtos obtidos. Também foi observada que a cor de todas as formulações avaliadas permaneceu estável durante o período de estocagem (28 dias).

Os resultados dos índices colorimétricos encontrados no presente estudo são de suma importância, pois a substituição parcial de gordura por proteína não interferiu na avaliação objetiva deste parâmetro. Desta forma, é importante destacar que a cor e a estabilidade da cor são atributos importantes na avaliação da qualidade global de produtos cárneos (TROY; KERRY, 2010). Além disso, por ser o primeiro estímulo percebido pelo consumidor ao adquirir ou rejeitar um produto alimentício, possui grande força de decisão na compra e consumo dos alimentos.

Não foi possível encontrar na literatura relatos sobre a avaliação colorimétrica de patês de galinha com substituição parcial de gordura por WPC. Porém, em estudos realizados com outros produtos cárneos com substituição de gordura por proteínas, os resultados são controversos. Segundo alguns autores (CLAUS; HUNT; KASTNER, 1989; PANERAS; BLOUKAS; PAPANICOLAOU, 1996), as mudanças observadas nos parâmetros de cor são basicamente relacionadas com a diminuição no teor de gordura, o que pode acarretar em redução de L^* e b^* e aumento de a^* . Desta forma, o fato de não ter sido observada nenhuma alteração nos índices colorimétricos das formulações analisadas indica que o WPC pode ter agido como um bom estabilizante de cor.

O parâmetro L^* mensura a luminosidade do produto sendo que quanto menores forem tais valores, mais escura é a cor da amostra. Os resultados encontrados no presente estudo para o índice de luminosidade das diferentes formulações de patê de galinha corroboram com os encontrados por Dutra et al. (2012) que também não encontraram diferença na luminosidade de apresuntado com baixo teor de gordura (média de 2,05%) elaborado com soro de leite fluido em substituição à água de formulação (0, 25, 50, 75 ou 100%).

Adicionalmente, embora não tenha sido utilizado como substituto de gordura, o soro de leite líquido foi utilizado por Terra et al. (2009) em substituição à água empregada na formulação de mortadela, nas proporções de 50, 75 e 100%. Estes autores também não observaram mudanças nos índices L^* das formulações cujo valor encontrado foi em torno de 57,39.

Porém, outros autores reportaram efeitos distintos ao encontrado no presente estudo. Neste sentido, Andrès; Zaritzky; Califano (2006) prepararam salsichas de frango com baixo teor de gordura, aumentando o teor de água e adicionando proteína de soro de leite (WPC) e

hidrocolóides. As formulações de salsicha foram preparadas com três níveis de adição de gordura (0%, 1,98%, 4,96%), dois níveis de adição de WPC (0,64% e 1,94%) e dois níveis de adição de hidrocolóides (0,13% e 0,32%) totalizando 12 distintas formulações, sendo que todas as formulações continham elevada concentração de água e adição de WPC. Os autores verificaram aumento nos índices de luminosidade quando se elevou o teor de gordura nas formulações (de 80,6 para 82,0). Já outros autores observaram uma redução do índice de luminosidade (produtos mais escuros) em alguns produtos com menor teor de gordura como mortadela (CÁCERES et al., 2004; CÁCERES; GARCÍA; SELGAS, 2006), salsicha (CLAUS; HUNT, 1991; PANERAS; BLOUKAS; PAPADIMA, 1996; HUGLES; MULLEN; TROY, 1998; GRIGELMO-MIGUEL; ABADÍAS-SERÓS; MARTÍN-BELLOSO, 1999), carne moída (TROUTT et al., 1992) e almôndegas (SERDAROGLU, 2006).

Quanto ao índice a^* , este tem como objetivo medir a intensidade de vermelho e verde. No presente estudo, todas as formulações de patê de galinha analisadas, apresentaram baixos valores para o índice a^* , confirmando a baixa pigmentação vermelha das formulações de patê de galinha, conforme esperado. No processo de cura, o nitrito reage com a mioglobina da carne formando o nitroso hemocromo, o qual origina a cor rósea característica de produtos curados (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004). Como a carne de frango contém menor teor de mioglobina quando comparada com outras carnes, a coloração rosada adquirida por este produto é menos intensa.

Não foi encontrado na literatura nenhum estudo sobre o índice a^* de patê de galinha com substituição parcial de gordura por WPC, mas, de forma geral, diferentemente do presente estudo onde não houve alteração deste índice com a redução de gordura, alguns autores destacam que o aumento do teor de gordura em diversas formulações cárneas é responsável pela diminuição do valor de a^* uma vez que a gordura não possui pigmentos na faixa do vermelho do espectro visível (HUGHES; COFRADES; TROY, 1997; HUGHES; MULLEN; TROY, 1998; ANDRÈS; ZARITZKY; CALIFANO, 2006; SERDAROGLU, 2006). Em concordância a estes autores, Dutra et al. (2012) elaboraram apresentado com baixo teor de gordura (média de 2,05%) com soro de leite em substituição à água de formulação (0, 25, 50, 75 ou 100%) e observaram que as amostras com maiores adições de soro de leite apresentaram redução no valor a^* (redução de 11,26%). Os autores atribuíram esta mudança de cor à cor esbranquiçada translúcida do soro de leite adicionado e ao escurecimento não enzimático decorrido da reação de maillard induzida pela maior quantidade de lactose obtida com a adição do soro de leite. Já Cofrades et al. (2000) utilizando as proteínas do plasma para reduzir o teor de gordura em salsichas tipo Bologna,

não observaram modificações significativas nos índices de a^* de bolognas com diferentes níveis de gordura (11,5 a 25%) assim como no presente estudo.

Adicionalmente, apesar de não ter sido utilizado para substituir a gordura, a substituição da água por soro de leite líquido nas proporções de 50, 75 e 100% não acarretaram mudanças no índice a^* de mortadela em estudo realizado por Terra et al. (2009), sendo os valores encontrados para este índice em torno 18,01.

Quanto ao índice colorimétrico b^* , este tem como função medir a intensidade de amarelo e azul. Como pode ser observado na Tabela 9, os valores de b^* apresentaram-se superiores aos valores de a^* em todas as formulações de patê de galinha, o que indica maior intensidade do componente de cor amarelo, característico de produtos com cor parda e esbranquiçada, correspondente à coloração deste tipo de patê. Ainda que nenhum estudo sobre a influência da substituição parcial de gordura por WPC sobre o índice de amarelo tenha sido encontrado, diversos estudos apontam para uma elevação deste índice com o aumento do teor de gordura (COFRADES et al., 2000; ANDRÈS; ZARITZKY; CALIFANO, 2006), contrariamente ao encontrado no presente estudo, onde a amostra padrão não diferiu das demais formulações com redução de gordura nem ao final do tempo de armazenamento. Porém, Dutra et al. (2012) observaram que a adição de soro de leite fluido em diferentes quantidades (0, 25, 50, 75 ou 100%) não influenciou o índice b^* de apressuntado com baixo teor de gordura (média de 2,05%). Também, apesar de não ter sido empregado como substituto de gordura, a utilização do soro de leite líquido em mortadela em substituição de 50, 75 e 100% da água da formulação não provocou alteração do índice b^* das formulações em estudo realizado por Terra et al. (2009). O valor encontrado para este índice colorimétrico foi em torno de 12,34.

O índice de saturação ou croma (C^*) é um índice que descreve a intensidade de cor comparada ao índice de cor neutra de mesmo valor (RAMOS; GOMIDE, 2009). Valores de croma próximos de zero representam cores neutras (cinzas), enquanto valores próximos de 60 expressam cores vívidas (MENDONÇA et al., 2003). Neste estudo, todas as formulações apresentaram mesma intensidade de cor. Também, não foram encontrados estudos sobre a influência da redução de gordura sobre a cromaticidade em patê de galinha. Porém é possível comparar o presente estudo a outro realizado em diferente produto cárneo. Assim, Dutra et al. (2012) observaram uma redução de c^* (amostras mais acinzentadas) em apressuntado com baixo teor de gordura (média de 2,05%) elaborado com soro de leite em substituição à água de formulação (0, 25, 50, 75 ou 100%).

O índice h^* ou ângulo de tonalidade expressa a cor propriamente dita. Em todas as amostras de patê de galinha avaliada, os valores encontrados para o índice h^* foram mais próximos da coordenada b^* , confirmando a coloração amarelada característica deste tipo de produto, de mesma tonalidade em todas as amostras avaliadas. Apesar de não terem sido encontrados estudos sobre o índice de tonalidade em patês de galinha com substituição parcial de gordura por WPC, é possível verificar o estudo deste índice em outro derivado cárneo com redução de gordura. Desta forma, diferentemente do presente estudo, Dutra et al. (2012) elaboraram apresuntado com baixo teor de gordura com soro de leite em substituição à água de formulação (0, 25, 50, 75 ou 100%) e relataram um aumento de 10,3% no valor de h (amostras mais amareladas), nas formulações com maiores adições de soro de leite.

5.2.3 Avaliação da oxidação lipídica durante o armazenamento

Os resultados obtidos para o índice de TBARS das amostras de patê de galinha estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Valores médios de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (mg de malonaldeído. kg^{-1}) de patês de galinha com diferentes teores de gordura em função do tempo de armazenamento

Tempo de armazenamento (dias)	Amostras de patê			
	P1	G1	G2	G3
0	0,43 ± 0,01 ^{Aa}	1,06 ± 0,00 ^{Bb}	1,46 ± 0,01 ^{Cc}	0,81 ± 0,01 ^{Bb}
7	0,87 ± 0,01 ^{Bb}	1,03 ± 0,01 ^{Bb}	1,67 ± 0,01 ^{Cc}	1,89 ± 0,01 ^{Cc}
14	0,93 ± 0,01 ^{Bb}	1,39 ± 0,01 ^{Bb}	1,83 ± 0,01 ^{Cc}	2,08 ± 0,01 ^{Dd}
21	1,83 ± 0,02 ^{Cc}	2,48 ± 0,03 ^{Dd}	2,12 ± 0,01 ^{Dd}	2,35 ± 0,02 ^{Dd}
28	1,84 ± 0,02 ^{Cc}	4,10 ± 0,02 ^{Ee}	4,87 ± 0,01 ^{Ee}	4,93 ± 0,02 ^{Ee}

*P1 - patê controle contendo o teor de gordura total (20%). G1 – patê de galinha com redução de 15% de gordura (adição de 3% de WPC), G2 – patê de galinha com redução de 25% de gordura (adição de 5% de WPC); G3 - patê de galinha com redução de 50% de gordura (adição de 10% de WPC). Cada valor representa a média de seis repetições, que se indicadas por diferentes letras maiúsculas (coluna) ou minúsculas (linha) são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa

Foi possível verificar que todas as formulações com substituição parcial de gordura por WPC (G1, G2 e G3) apresentaram maiores valores de TBARS quando comparadas à amostra padrão (P1).

Avaliando-se a oxidação lipídica decorrente do tempo de armazenamento é possível observar um aumento crescente nos valores de TBARS durante todo o período (28 dias) para todas as formulações analisadas (P1, G1, G2 e G3), sendo que estes valores apresentaram um

crescimento mais acentuado do dia 21 para o dia 28. Isso limita a vida útil deste produto a um período inferior a 21 dias.

Os lipídeos fazem parte da composição de produtos cárneos sendo de extrema importância nos aspectos sensoriais destes produtos, uma vez que estão diretamente relacionados à percepção do sabor. Por outro lado, são facilmente oxidáveis, levando a rancificação com produção de substâncias indesejáveis e comprometendo a vida útil e qualidade do produto final (OLIVO; SANTOS; FRANCO, 2006), sendo que os ácidos graxos insaturados são as estruturas mais susceptíveis ao processo oxidativo (CHIATTONE, 2010). Uma vez que a carne de frango apresenta elevado teor destes ácidos graxos insaturados em sua composição, faz com que este se torne um alimento altamente susceptível à oxidação lipídica (MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2009).

Todavia, as proteínas do soro de leite possuem atividade antioxidante e quando adicionadas aos produtos podem inibir a rancificação, contribuindo para aumentar sua estabilidade (PEÑA-RAMOS; XIONG, 2003; PIHLANTO, 2006; DAGUER, 2009; HARAGUICHI et al., 2010). Ainda, devido à presença de lactose na composição do WPC, formam-se componentes antioxidantes derivados da reação de maillard durante o cozimento, importantes no controle da rancificação, principalmente em produtos cozidos (PEÑA-RAMOS; XIONG, 2003). O WPC utilizado neste estudo (WPC 80) apresentava 8,3% de lactose em sua composição. Logo, contrariamente aos resultados encontrados, esperava-se que as formulações com adição de WPC apresentassem menores valores de TBARS.

Isso sugere que as proteínas lácteas adicionadas às formulações com substituição de gordura, podem ter agido como pro-oxidantes nas quantidades empregadas, induzindo a oxidação do patê ou até mesmo inibindo a ação do eritorbato de sódio e fosfato, utilizados como antioxidantes. O eritorbato de sódio é adicionado em produtos cárneos com a função principal de agir como sequestrador de oxigênio, mudar o potencial redox do sistema e/ou reduzir a oxidação indesejável do produto (TOMPKIN; CHRISTIANSEN; SHAPARIS, 1978). Os fosfatos têm por função aumentar a capacidade de retenção da água e proteger contra a rancidez oxidativa, o que se traduz por melhoria na qualidade do produto final. Na fabricação de produtos cárneos curados, os fosfatos e polifosfatos têm por finalidade básica contribuir para manter a estabilidade desses alimentos (DOSSIÊ, 2012).

Além disso, embora o WPC utilizado neste experimento seja composto predominantemente por proteínas (75,5%), o mesmo também é constituído por pequena quantidade de gordura (9%). Portanto, pode ser que esta gordura do próprio WPC adicionado em substituição parcial à gordura nas formulações de patê de galinha, tenha sido oxidada

durante a obtenção destes produtos, acarretando em maiores quantidades de TBARS nas formulações G1, G2 e G3.

A oxidação lipídica pode acarretar alterações de cor, sabor, odor e textura dos produtos (AGUIRREZÁBAL et al., 2000; GEORGANTELIS et al., 2007; MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2009). No presente estudo, apesar dos valores crescentes de TBARS durante o armazenamento das formulações de patê de galinha, observa-se pela análise colorimétrica, que não houve diferenças na cor das formulações. Desta forma, o resultado de oxidação lipídica aqui encontrado, não deve ser interpretado de forma isolada.

Segundo Trindade et al. (2008), odores de acima de 2,0 mg malonaldeído/kg podem ser detectados por provadores não treinados. Desta forma, os altos valores encontrados a partir do 21º dia é um fator indesejável, uma vez que pode influenciar negativamente o sabor do produto na análise sensorial. Porém, embora não seja em um derivado cárneo com redução de gordura, Milani et al. (2010) também observaram um aumento progressivo dos valores médios de TBARS em carne de frango moída sem adição de ervas antioxidantes (controle) durante o armazenamento por 14 dias, variando de 1,83 logo após o processamento a 5,91 (mg malonaldeído/Kg amostra) ao fim da estocagem. Após 4 dias de armazenamento, foi realizada análise sensorial por provadores não treinados. Não foram detectadas alterações de sabor, aroma, cor e textura da amostra controle, embora o valor médio de TBARS se encontrasse em torno de 2,51. Além disso, não foram observadas diferenças destes parâmetros avaliados para as formulações sem adição de antioxidantes (TBARS 2,51) quando comparadas às com adição de diferentes ervas antioxidantes às quais apresentavam TBARS de 2,52, 1,38, 0,31, 0,30 e 0,19. Isto mostra como pode variar a percepção de sabor pela quantidade de TBARS.

Não foram encontrados estudos sobre a influência da substituição parcial de gordura por WPC sobre a oxidação lipídica de patê de galinha. No entanto, é possível observar dados sobre a oxidação lipídica em outros produtos cárneos com redução de gordura. Neste sentido, Shon; Chin (2008) elaboraram salsicha com reduzido teor de gordura utilizando proteína isolada de soja, carragena e farinha de Konjac e utilizaram o WPC como revestimento comestível durante o armazenamento das formulações a 4º C durante oito semanas. Diferentemente do presente estudo, estes autores observaram que a utilização do WPC reduziu as substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) em 31,3% em relação ao controle.

Também, o efeito antioxidante das proteínas do soro de leite já foi anteriormente avaliado em outro produto cárneo. Ulu (2004), ao promoveram a substituição total da farinha

de trigo por WPC em almôndegas cozidas, detectaram diminuição do número de TBARS deste produto durante 30 dias de armazenamento a 20°C, quando comparado ao padrão, mostrando o efeito benéfico da utilização do WPC na estabilidade oxidativa.

6 CONCLUSÕES

A substituição parcial de gordura por WPC não acarretou em prejuízos na composição química das massas cruas e cozidas de patê de galinha nas quantidades avaliadas neste estudo, sendo mantidos os parâmetros de identidade e qualidade estabelecidos pela legislação brasileira para este tipo de produto. Esta substituição também favoreceu a qualidade da massa crua do patê já que resultados favoráveis foram obtidos para a estabilidade da massa crua, pH e teor de proteínas sal-solúveis. Foi possível obter um produto com atribuição *light* para as formulações G2 e G3, tendo em vista a redução superior a 25% em seus teores de gordura. Porém, a incorporação de WPC como substituto de gordura afetou de maneira variada a estabilidade da massa cozida do patê de galinha, sendo que, resultados favoráveis foram obtidos para a determinação do pH e da cor. Desta forma, a substituição parcial de gordura por WPC permitiu a elaboração de patês de galinha mais saudáveis, o que representa uma demanda crescente dos consumidores nos dias atuais.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L. R. **Tecnologia de leite e derivados**. Lavras: UFLA/FAEP, 1999. 205 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar.. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 13 de nov, 2012, 219, Seção 1, p. 122. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/630a98804d7065b981f1e1c116238c3b/Resolucao+RDC+n.+54_2012.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 02 abr. 2013.
- AGUIRREZÁBAL, M. M.; MATEO, J.; DOMINGUEZ, M.C.; ZUMALACÁRREGUI, J. M. The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausages. **Meat Science**, v. 54, p. 77-81, 2000.
- AKESOWAN, A. Effect of soy protein isolate on quality of light pork sausages containing konjac flour. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 24, p. 4586-4590, 2008.
- AKOH, C. C. Fat replacers. **Food Technol**, v.52, p.47-53, 1998.
- ALFAIFI, M. S.; STATHOPOULOS, C. E. Effect of egg yolk substitution by sweet whey protein concentrate (WPC), on physical properties of gelato ice cream. **International Food Research Journal**, v. 17, p. 787-793, 2010.
- AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. ADA. Position of the American Dietetic Association: fat replacers. **Journal of the American Dietetic Association**, v.105, n.2, p.266-275, 2005.
- ANDRÈS, S.; ZARITZKY, N.; ALICIA CALIFANO, A. The effect of whey protein concentrates and hydrocolloids on the texture and colour characteristics of chicken sausages. **International Journal of Food Science and Technology**, v.41, p.954-961, 2006.
- ANTHONY, J. C.; ANTHONY, T. G.; KIMBALL, S. R.; JEFFERSON, L. S. Signaling pathways involved in translation control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine **Journal of Nutrition**, v.131, n.3, p.856- 860, 2001.
- ANTUNES, A. E. C.; CAZETTO, T. F.; BOLINI, H. M. A. Iogurtes desnatados probióticos adicionados de concentrado proteico do soro de leite: perfil de textura, sinérese e análise sensorial. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 2, p.105-114, 2004.
- ANTUNES, A. J. Funcionalidade de Proteínas do Soro de Leite Bovino. 1 ed. Barueri, SP: **Manole**, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS DIETÉTICOS E PARA FINS ESPECIAIS E CONGÊNERES. 2008. Disponível em: <http://www.abiad.org.br/artigos.htm>>. Acesso em: 15 set. de 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO – ABIQ, 2012. Disponível em: <<http://www.abiq.com.br>>._Acesso em: 12 fev. 2014.

ATTAALLAH, W.; YILMAZ, A. M.; ERDOĞAN, N.; YALÇIN, A. S.; AKTAN, A. O. Whey protein versus whey protein hydrolysate for the protection of azoxymethane and dextran sodium sulfate induced colonic tumors in rats. **Pathology and Oncology Research**, v.18, n. 4, p.817–822, 2012.

AYRES, M.; AYRES JR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém, Sociedade Civil Mimirauá: MCT-CNPq, 2007. Disponível em: <<http://www.mimiraua.org.br/downloads/programas>>. Acesso em: 2 jun. 2014.

AZIZNIA, A.; KHOSROSHAHI, A.; MADADLOU, A.; RAHIMI, J. Whey protein concentrate and gum tragacanth as fat replacers in nonfat yogurt: chemical, physical, and microstructural properties. **Journal Dairy Science**, v. 91, n. 7, p. 2545-2552, Jul 2008.

BARBOSA, A. S.; FLORENTINO, E. R.; FLORÊNCIO, I. M.; ARAÚJO, A. S. Utilização do soro como substrato para produção de aguardente: estudo cinético da produção de etanol. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 1, p. 7-25, 2010.

BARBUT, S.; MITTAL G. S. Physical and sensory properties of reduced fat breakfast sausages. **Journal of Muscle Foods, Connecticut**, v. 6, p. 47-62, 1995.

BERNO, L.I.; SPOTO, M.H.F.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Avaliação química e aceitabilidade de pão enriquecido com proteína concentrada do soro de leite bovino (whey protein). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.1, p.41-49, jan./mar., 2007.

BESZÉDES, S.; LÁSZLÓ, Z.; SZABÓ, G.; HODÚR, C. The possibilities of bioenergy production from whey. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 4, n.1, p. 62-68, 2010.

BIESALSKI, H. K. Review: Meat as a component of a healthy diet are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet. **Meat science**, v.70, p.509-524, 2005.

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

BRANS, G.; SCHROËN, C.G.P.H.; SMAN, R.G.M.; BOOM, R.M. Membrane fractionation of milk: state of the art and challenges. **Journal of Membrane Science**, v. 243, n.1-2, p.263-72, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 21, de 31 de julho de 2000. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do patê**. Diário Oficial, Brasília, 03 de Agosto, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Portaria nº 1.004, de 11 de dezembro de 1998. **Regulamento Técnico de Atribuição de Função de aditivos e seus Limites Máximos de Uso para a Categoria 8 – Carne e Produtos Cárneos**. Diário

Oficial da União, Brasília, DF, 22 mar., 1999. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso 01 de abril de 2014.

BRASIL. Portaria nº 1002 e 1004 de 11/12/98. **Listar os produtos, comercializados no país, enquadrando-os nas subcategorias que fazem parte da categoria 8 - Carnes e produtos cárneos.** *Secretaria de Vigilância Sanitária/ Ministério da Saúde.*

BRITO, M. A.; BRITO, J. R.; ARCURI, E.; LANGE, C.; SILVA, M.; SOUZA, G. **Composição do leite.** In: Agência de Informação Embrapa. Disponível em: www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_128_21720039243.html Acesso em: 14 jul. 2014.

CÁCERES, E.; GARCÍA, M. L.; SELGAS, M. D. Design of a new cooked meat sausage enriched with calcium. **Meat Science**, Barking, v. 73, n. 2, p. 368-377, 2006.

CÁCERES, E.; GARCÍA, M. L.; TORO, J.; SELGAS, M. D. The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. **Meat Science**, Barking, v. 68, n. 1, p. 87-96, 2004.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Alimentos para fins especiais: Dietéticos. São Paulo: **Editora Varela**, 1996. p. 259-330.

CÂNDIDO, L. M. B. **Obtenção de concentrados e hidrolisados proteicos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*): composição, propriedades nutritivas e funcionais.** Campinas, UNICAMP/FEA, 1998. 207p. (Tese de Doutorado).

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

CARRARO, C. I., MACHADO, R., ESPINDOLA, V., CAMPAGNOL, P. C. B POLLONIO, M. A. R. The effect of sodium reduction and the use of herbs and spices on the quality and safety of bologna sausage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32,n.2,p. 289-295, 2012.

CARRASCO, C. A; GUERRA, M. Lactosuero como fuente de peptídeos bioactivos. **Anales Venezolanos de Nutrición**, v. 23, n.1, p. 42-49, 2010.

CASAROTTI, S. N.; JORGE, N. Aspectos tecnológicos dos substitutos de gordura e suas aplicações em produtos lácteos. **Nutrire**, São Paulo, SP, v. 35, n. 3, p. 163-181, 2010.

CHATTERTON, D. E. W.; SMITHERS, G.; ROUPAS, P.; BRODKORB, A. Bioactivity of β -lactoglobulin and α -lactalbumin: technological implications for processing. **International Dairy Journal**, v. 16, n. 11, p. 1229-1240, 2006.

CHIATTONE, Priscila V. **Ácido ascórbico, eritorbato e mistura comercial na redução da oxidação de hambúrguer bovino processado com água iozonizada.** Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 124 f., 2010.

CHIN, K. B.; KEETON, J. T.; LONGNECKER, M. T.; LAMKEY, J. W. Utilization of soy protein isolate and konjac blends in a low fat bologna (model system). **Meat Science**, v. 53, n. 1, p. 45-47, 1999.

CHOI, Y. S.; IKEDA, I.; SUGANO, M. The combined effects of dietary proteins and fish oil on cholesterol metabolism in rats of different ages. **Lipids**, v. 24, n. 6, p. 506-510, 1989.

CLARETO, S. S.; LEE, N. D. ; PEREIRA, A. J. G. Influence of a protein concentrate used as a fat substitute on the quality of cheese bread. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 49, n. 6, p. 478-484, 2006.

CLAUS, J. R.; HUNT, M. C. Low fat, high added-water bologna sausages formulated with texture modifying ingredients. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n.3, p. 643-647, 1991.

COFRADES, S.; GUERRA, M. A.; CARBALLO, J.; FERNANDEZ-MARTIN, F.; COLMENERO, F.J.. Plasma protein and soy fiber content effect on bologna sausage properties as influenced by fat level. *Food Chem. Toxicol.*, **Richmond**, v.65, p.281-287, 2000.

COSTA, R. G.; FILHO, E. M. B.; MEDEIROS, G. R.; VILLARROEL, A. B. S.; CRUZ, S. E. S. B. S.; SANTOS, E. M. Substituição do leite de cabra por soro de queijo bovino para cabritos alpinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p. 824-830, 2010.

DAGUER, H. **Efeitos da injeção de ingredientes não cárneos nas características físico-químicas e sensoriais do lombo suíno**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, PR. 187fl., 2009.

DAGUER, H.; ASSIS, M.T.Q.M.; BERSOT, L. S. Controle da utilização de ingredientes não cárneos para injeção e marinação de carnes. **Ciencia Rural**, v. 40, n.9, p. 2037-246, 2010.

DAL-BÓ, A. **Utilização de surimi de carne de cação-amarelo (*Sphyrna zygaena*) para a produção de patês**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1001 fl.,1999.

DAVID, F. M.; COLLAO-SAENZ, E. A.; PÉREZ, J. R. O.; CASTRO, A. L. A.; RESENDE, H. R. A.; LANDIM, A. V. Efeito da adição de soro de leite sobre a digestibilidade aparente e os parâmetros sanguíneos de vacas secas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 5, p. 1183-1190, 2010.

DE ANGELIS, R. C. Alimentos de origem vegetal são saudáveis: verdades e alguns questionamentos. **Nutrição em pauta**, ano X, n.57, 2002.

DELVIVO, F. M.; VIEIRA, C. R.; BIASUTTI, E. A. R.; CAPOBIANGO, M.; SILVA, V. D. M.; AFONSO, W. O.; SILVESTRE, M. P. C. Effect of adsorption medium, hydrolytic parameters and ultrafiltration on the phenylalanine removal from pancreatic whey hydrolysates. **American Journal of Food Technology**, v. 2, p. 94-104, 2006.

DE MARCO, L. M.; DELVIVO, F. M.; SILVA, V. D. M.; COELHO, J. V.; SILVESTRE, M. P. C. Uso de carvão ativado para remoção de fenilalanina de hidrolisados obtidos da papaína imobilizada. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.3, p. 210-219, 2005.

DESENVOLVENDO alimentos com baixo teor de gordura. **Food Ingredients Brasil**, São Paulo, n. 5, p. 48-68, 2008. Disponível em:<<http://www.revista-fi.com>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

DESMOND, E.M.; TROY, D.J.; BUCKLEY, D.J. The effects of tapioca starch, oat fibre and whey protein on the physical and sensory properties of low-fat beef burgers. **Food Science and Technology – Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 31, n. 7-8, p. 653-657. 1998.

DIAMANTINO, I. M.; PENNA, A. L. B. Efeito da utilização de substitutos de gordura em queijos *light*. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 258-267, 2011.

DOSSIÊ fosfatos. **Food Ingredients Brasil**, São Paulo, n. 21, p. 37-53, 2012. Disponível em:<<http://www.revista-fi.com>>. Acesso em: 17 ago. 2014.

DUTRA, M. P.; CARDOSO, G. P.; RAMOS, E. M.; RAMOS, A. L. S.; PINHEIRO, A. C. M.; FONTES, P. R. Technological and sensory quality of restructured low-fat cooked ham containing liquid whey. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 36, n. 1, p. 86-92, jan./fev., 2012.

ECHARTE, M.; CONCHILLO, A.; ANSORENA, D.; ASTIASARÁN, I. Evaluation of the nutritional aspects and cholesterol oxidation products of pork liver and fish patés. **Food Chemistry**, v. 86, p. 47–53, 2004.

ESTÉVEZ, M.; MORCUENDE, D.; RAMÍREZ, R.; VENTANAS, J.; CAVA, R. Extensively reared Iberian pigs versus intensively reared white pigs for the manufacture of liver patê. **Meat Science**, v. 67, p. 453–461, 2004.

ESTÉVEZ, M.; VENTANAS, S.; CAVA, R. Effect of natural and synthetic antioxidantes on protein oxidation and colour and texture changes in refrigerated stored porcine liver patê. **Meat Science**, v. 74, p. 396 – 403, 2006.

ETZEL, M. R. Manufacture and use of dairy protein fractions. **Journal of Nutrition**, v. 134, n.4, p. 996-1002, 2004.

FARIA, O. A. C. **Soro de leite em pó: Brasil caminha para autossuficiência**. 2011. Disponível em: < <http://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/espaco-aberto/soro-de-leite-em-po-brasil-caminha-para-autossuficiencia-71038n.aspx>>. Acesso em: 14 jul. 2014.

FERRACCIOLI, V. R.; ALMEIDA, C. O. **Avaliação da qualidade de salsichas do tipo hot dog durante o armazenamento**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos), Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul, SP, 2012.

FERREIRA, A. C. B. **Avaliação físico-química e sensorial de lingüiça de carne suína produzida com reduzido teor de gordura e adicionada de concentrados proteicos**. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, MG, 51f.,2006.

- FERREIRA, A. C. B.; FONSECA, L. M.; SANTOS, W. L. M. Composição centesimal e aceitação de linguiça elaborada com reduzido teor de gordura e adicionada de concentrados proteicos de soro de leite. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 209-214, 2009.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**. Versão 5.3 Build 77. Lavras, MG: UFLA, 2006. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/softwares.htm>>. Acesso em; 3 jun. 2014.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, L. O. **Elaboração de doce de leite com café e soro de queijo**. DISSERTAÇÃO (mestrado)- Universidade Federal de Lavras, UFLA, 2009.
- FERREIRA, L.O.; PIMENTA, C. J.; SANTOS, T. M.; PEREIRA, P. A. P.; PINEHIRO, A. C. M.. Adição de soro de leite e café na qualidade do doce de leite pastoso. **Ciencia. Rural**, v. 42, n.7, p.1314 -1319, 2012.
- FIGUEIREDO, V. O.; GASPAR, A.; BORGES, S. V.; DELLA MODESTA, R. C. Influência dos substitutos de gordura animal sobre a qualidade da salsicha tipo Viena. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 5, p. 11-17, 2002.
- FILHO, R. B.; OLIVEIRA, C. P.; GOMES, Q. O. Elaboração de hambúrguer bovino adicionado de inulina como ingrediente funcional prebiótico e substituto de gordura **Revista Verde** (Mossoró – RN), v. 7, n. 4, p. 33-37, out-dez, 2012.
- FORREST, J.C., ABERLE, E.D., HEDRICK, H.B., JUDGE, M.D., MERKEL, R.A. **Fundamentos de ciência de la carne**. Zaragoza: Acribia, 363p, 1979.
- FRANCISCO, N. S.; ALTEMIO, A. D. C.; NATANNA, L.; SANTOS, B.; GARCIA, R. G.; SAPATERRO, G. A. Características físico-químicas de linguiça de frango elaborada com fibra de trigo e colágeno bovino. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, n. 17, p. 551-558, 2013.
- GAJO, A. A.; CARVALHO, M. S; ABREUL, R.; PINTO, S. M. Avaliação da composição química e características sensoriais de bebidas lácteas fermentadas elaboradas com leite de ovelha. **Revista do Instituto de Laticínio Cândido Tostes** , v.65, n.374, p. 59-65, 2010.
- GEORGANTELIS, D.; AMBROSIADIS, I.; KATIKOU, P.; BLEKAS, G.; GEORGAKIS, S.A. Effect of rosemary extract, chitosan and a-tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4°C. **Meat Science**, v. 76, p. 172–181, 2007.
- GIRALDO-ZUÑIGA, A. D.; COIMBRA, J.S.R.; GOMES, J.C.; MINIM, L.A.; ROJAS, E.E.G.; GADE, A.D. Tecnologias aplicadas ao processamento do soro de queijo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.59, n. 340/341, p.53-66, set/dez. 2004.
- GOMES, J. C.; GOMES, E. D.; MINIM, V. P. R.; ANDRADE, N. J. Substituto de gordura à base de proteína. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n, 6, p. 543-550, 2008.

- GRIGELMO-MIGUEL, N.; ABADÍAS-SERÓS, M. I.; MARTÍN-BELLOSO, O. Characterisation of low-fat high-dietary fiber frankfurters. **Meat Science**, Barking, v.52, n. 3, p. 247-256, 1999.
- GRUNERT, K. G. Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. **Meat Science**, v. 74, p. 149 – 160, 2006.
- GUIMARÃES, D. H. Utilização de soro de queijo na elaboração de biscoitos doces. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 13, n.2, p. 271-285, 2011.
- GURGEL, C. S. S. **Enriquecimento nutricional de pão de forma com soro de leite em pó e carbonato de cálcio**. Dissertação Mestrado, UFPB, João Pessoa, 80p, 2010.
- HARAGUCHI F. K.; ABREU W. C.; PAULA H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista Brasileira de Nutrição**, v.19, n. 4, p. 479-488, 2006.
- HARAGUCHI, F. K.; PEDROSA, M. L.; PAULA, H.; SANTOS, R. C.; SILVA, M. E. Influência das proteínas do soro sobre enzimas hepáticas, perfil lipídico e formação óssea de ratos hipercolesterolêmicos. **Revista de Nutrição**, v.22, n. 4, p. 517-525, 2009.
- HARAGUCHI, F. K.; PEDROSA, M. L.; PAULA, H.; SANTOS, R. C.; SILVA, M. E. Evaluation of biological and biochemical quality of whey protein. **Journal of Medicinal Food**, v. 13, n. 6, p. 1505-1509, 2010.
- HARTREE, E.F. Determination of protein: a modification of the Lowry method that gives a linear photometric response. **Analytical Biochemistry**, San Diego, v. 45, n. 3, p. 422-427, 1972.
- HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; FORREST, J. C.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. et al. **Principles of meat science**. 3. ed. San Francisco: Kendall/Hunt Publishing Company, 1994. p.123-132.
- HONIKEL, K.O. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. **Meat Science**, v. 78, p. 68 – 76, 2008.
- HORWITZ W, LATIMER JR GW. (ED.). Official methods of analysis of AOAC International. 18th.ed. Gaithersburg: **AOAC International**, 2007.
- HOSSEINI, M.; SHOJAOSADATI, S. A.; TOWFIGHI, J. Application of a bubblecolumn reactor for the production of a single cell protein for cheese whey. ind.Eng. **Chemical Research.**, v. 42, p. 764-766, 2003.
- HUGHES, E.; COFRADES, S.; TROY, D.J. Effects of fat level, oat fibre and carrageenan on Frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. **Meat Science**, v. 45, n.3, p.273-281, 1997.
- HUGHES, E.; MULLEN, A.M.; TROY, D. J. Effects of Fat Level, Tapioca Starch and Whey Protein on Frankfurters Formulated with 5% and 12% Fat. **Meat Science**, v. 48, n. 1/2, p. 169-180, 1998.

IMAMURA JKN, MADRONA GSM. Reaproveitamento de soro de queijo na fabricação de pão de queijo. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 1, n.3, p.381-390, 2008.

JACOBUCCI, H. B.; DIAS, N. G. P.; SGARBIERI, V. C.; BORGES, P. Z.; TANIKAWA, C. Impact of different dietary protein on rat growth, blood serum lipids and protein, and liver cholesterol. **Nutrition Research**, v. 21, p. 905-915, 2001.

JOHANSEN, A.G.; VEGARUD, G.E.; SKEIE, S. Seasonal and regional variation in the composition of whey from Norwegian Cheddar-type and Dutch-type cheeses. **International Dairy Journal**, v. 12, p. 621-629, 2002.

JORGE, N.; MALACRIDA, C. R. **Efeitos dos ácidos graxos na saúde humana**. São Paulo: Cultura Acadêmica; São José do Rio Preto: Laboratório Editorial, 2008. 64 p.

JOVANOVIĆ, S.; BARAĆ, M.; MAČEJ, O. Whey proteins - properties and possibility of application. **Mljekarstvo.**, v. 55, n. 3, p.215-33, 2005.

KAKALIS, L. T.; REGENSTEIN, J. M. Effect of pH and salts on the solubility of egg white protein. **Journal of Food Science**. v.51, n.6, p.1445-1455, 1986.

KAPITULA, M. M.; KLEBUKOWSKA, L. Investigation of the potential for using inulin HPX as a fat replacer in yoghurt production. **Int. Journal of Dairy Technology.**, v. 62, n. 2, p. 209-214, May 2009.

KAWASE, M.; HASHIMOTO, H.; HOSODA, M.; MORITA, H.; HOSONO, A. Effect of administration of fermented milk containing whey protein concentrate to healthy men on serum lipids and blood pressure. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n 2, p. 255-263, 2000.

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

KILINE, B.; CAKLI, S., Chemical, microbiological and sensory changes in Thawed frozen fillets of Sardine (*Sardina pilchardus*) during marination. **Food Chemistry**, v. 88, p. 275-280, 2004.

KIM, J. C. Milk protein/stainless steel interaction relevant to the initial stage of fouling in thermal processing. **Journal of Food Process Engineering**, v.21, n.5, p.369-386, 1998.

LANGENDORFF, V.; CUVELÇIER, G.; LAUNAY, B.; MICHIN, C.; PARKER, A.; KRUIF, C. G. Casein micelle/iota carragenan interactions in milk: influence of temperature. **Food Hydrocolloids**, v.13, n.1, p.211-218, 1999.

LAYMAN, D. K. The role of leucine in weight loss diets and glucose homeostasis. **Journal of Nutrition**, v. 133, n. 1, p.261-267, 2003.

LAYMAN, D. K.; SHIUE, H.; SATHER, C.; ERICKSON, D.; BAUM, J. Increased dietary protein modifies glucose and insulin homeostasis in adult woman during weight loss. **Journal of Nutrition**, v. 133, n. 2, p. 405-410, 2003.

- LAYMAN, D. K.; BAUM, J. I. Dietary protein impact on glycemic control during weight loss. **Journal of Nutrition**, v.134, n. 4, p. 968s-973s, 2004.
- LE BA, D.; ZUBER, F. La pasteurisation des foies gras. **Viandes et produits carnés**, v. 17, p. 151-155, 1996.
- LIM, J.; INGLETT, G. E.; LEE, S. Response to Consumer Demand for Reduced-Fat Foods; Multi-Functional Fat Replacers. **Japan Journal of Food Engineering**, v.. 11, n. 4, p. 147 - 152, 2010.
- LIMA, J. R.; NASSU, R. T. Substitutos de gorduras em alimentos: características e aplicações. **Química Nova**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 127-134, 1996.
- LIMA, R.N.; LIMA, P. O.; CÂNDIDO, M. J. D.; PONTES, F. S. T.; MOREIRA, R. H. R.; AQUINO, R. M. S. Avaliação econômica de dietas líquidas à base de soro de queijo *in natura* para bezerros. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n,1, p. 14-21, 2011.
- LIMA, R. N.; AROEIRA, L. J. M.; MIRANDA, M. V. F. G.; LOPES, K. T. L.; DIÓGENES, G. V.; PEREIRA, M. I. B.; SOUZA, I. T. N.; ROSSATO, C. H. Desempenho de bezerros aleitados com soro de queijo em associação ao colostro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.8, p.1174-1180, 2012.
- LIRA, H.L.; SILVA, M.C.D.; VASCONCELOS, M.R.S.; LIRA, H.L.; LOPEZ, A.M.Q. Microfiltração do soro de leite de búfala utilizando membranas cerâmicas como alternativa ao processo de pasteurização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n.1, p. 33-37, jan.- mar. 2009.
- LOBATO-CALLEROS, C.; ROBLES-MARTINEZ J. C.; CABALLERO-PEREZ, J. F.; AGUIRRE-MANDUJANO, E.; VERNON-CARTER, E. J. Fat replacers in low-fat mexican manchego cheese. **Journal of texture studies**, v.3, n.1, p.1-14, 2001.
- LOBATO-CALLEROS, C.; REYES-HERNÁNDEZ,J.; BERISTAIN, C. I.; HORNELAS-URIBE, Y.; SÁNCHEZ-GARCÍA, J. E.; VERNON-CARTER, E. J. Microstructure and texture of white fresh cheese made with canola oil and whey protein concentrate in partial or total replacement of milk fat. **Food Research International**, v. 40, n. 4, p. 529-537, 2007.
- LOPES, D. C. F.; DELVIVO, F. M.; JANUARIO, J. N.; AGUIAR, M. J. B.; STARLING, A. L. P.; SILVESTRE, M. P. C. Phenylalanine removal from whey hydrolysates. **Journal of Food Technology**, v. 5, n.2, p. 191-197, 2007.
- LOWRY, O. H.; ROSEBROUGH, N. J.; LEWIS FARR, A.; RANDAL, R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 193, n. 4, p. 265-275, 1951.
- LUVIELMO, M. M.; ANTUNES, A. J. Substituição de proteínas da carne por proteínas do concentrado proteico de soro e adição de CaCl₂ em sistema cárneo. **Boletín CEPPA**, v. 24, n.1, p. 25-46, 2006.

MADUREIRA, A. R.; PEREIRA, C.I.; GOMES, A.M.P.; PINTADO, M. E.; MALCATA, F. X. Bovine whey proteins: overview on their main biological properties. **Food Research International**, v.40, n.10, p.1197-1211, 2007.

MANN, B.; MALIK, R. C. Studies on some functional characteristics of whey protein polysaccharide complex. **Journal of Food science and Technology**, v.33, n.3, p.202-2-6, 1996.

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.68, n.1, São Paulo, 2009.

MARRIOT, N. G. et al. Evaluation of restructured low-fat ham containing whey. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v. 9, n. 2, p. 201-207, 1988.

MARSHALL, K. Therapeutic applications of whey protein. **Alternative Medicine Review, Dover**, v. 9, n. 2, p. 136-156, 2004.

MATTES, R.D. Position of the American Dietetic Association: fat replacers. **Journal American Dietetic Association.**, Chicago, v. 98, n. 4, p.463-468, 1998.

McCLEMENTS, D. J. **Food emulsions: principles, practice, and techniques**. Washington: CRC Press, 2005.

MENDONÇA, K.; JACOMINO, A.P.; MELHEM, T.X.; KLUGE, R.A. Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão 'siciliano'. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.26, n.2, p. 179-183, 2003.

MESSENS, W.; VAN CAMP, J.; HUYGHEBAERT, A.. The use of high pressure to modify the functionality of food proteins. **Trends in Food Science & Technology**, v.8, n.4, p.107-112, 1997.

MILANI, L.I.G.; FRIES, L.L.M; PAZ, P.B.; BELLÉ,M.; TERRA, N.N. Bioproteção de lingüiça de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.2, p.161-166, 2003.

MILANI, L. I. G.; TERRA, N. N.; FRIES, L. L. M.; REZER, A. P. S. Oxidação lipídica, características sensoriais e cor da carne de frango adicionada de extratos de caqui (*Diospyros kaki*, L.) e submetida a tratamento térmico. **Brazilian Journal of Food Technology.**, Campinas, v. 13, n. 4, p. 242-250, out./dez. 2010

MINE, Y. Effect of pH during the dry heating on the gelling properties of egg white proteins. **Food Research International**. v.29, n.2, p.155-161, 1996.

MINOZZO, M.G. **Elaboração de patê cremoso a partir de file de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e sua caracterização físico química, microbiológica e sensorial**, Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba,127f., 2005.

MONTEIRO, C. S.; CARPES, S. T.; KALLUF, V. H.; DYMINSKI, D. S.; CÂNDIDO, L. M. B. Evolução dos substitutos de gordura utilizados na tecnologia de alimentos. **Boletim do**

Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 347-362, 2006.

MORAIS, H. A.; SILVESTRE, M. P. C.; SILVA, V. D. M.; SILVA, M. R.; SIMÕES E SILVA, A. C.; SILVEIRA, J. N. Correlation between the degree of hydrolysis and the peptide profile of whey protein concentrate: effects of the enzyme type and reaction time. **American Journal of Food Technology**, v.8, n. 1, p. 1-16, 2013a.

MORAIS, H. A.; SILVESTRE, M. P. C.; SILVA, M. R.; SILVA, V. D. M.; BATISTA, M. A.; SIMÕES E SILVA, A. C.; SILVEIRA, J. N. Enzymatic hydrolysis of whey protein concentrate: effect of enzyme type and enzyme: substrate ratio on peptide profile, **Journal of Food Science and Technology**, p. xx, 2013. DOI 10.1007/s13197-013-1005-z, 2013b.

MORAIS, H. A.; SILVESTRE, M. P. C.; SILVEIRA, J. N.; SIMÕES E SILVA, A. C.; SILVA, V. D. M.; SILVA, M. R. Action of a pancreatin and an *Aspergillus oryzae* protease on whey proteins: correlation among the methods of analysis of the enzymatic hydrolysates. **Brazilian Archives of Biology and Technology** (Impresso), v. 56, p. 985-995, 2013c.

MORAIS, H. A.; SILVESTRE, M. P. C.; SILVEIRA, J. N.; SIMÕES E SILVA, A. C.; SILVA, V. D. M.; SILVA, M. R. Action of a protease from *Aspergillus sojae* and a pancreatin in the hydrolysis of whey protein concentrate. **Brazilian Archives of Biology and Technology** (Impresso), v. 55, p. 985-995, 2013d.

MORENO, B.F.; SGARBIERI, V.C.; DA SILVA, M.N.; TORO, A.A.; VILELA, M.M. Features of whey protein concentrate supplementation in children with rapidly progressive HIV infection. **Journal of Tropical Pediatrics**, v. 52, n. 1, p. 34-38, 2006.

MORENO-INDIAS, I.; CASTRO, N.; MORALES-DELANUEZ, A.; SÁNCHEZ-MACÍAS, D.; ASSUNÇÃO, P.; CAPOTE, J.; ARGÜELLO, A. Farm and factory production of goat cheese whey results in distinct chemical composition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 92, n. 10, p. 4792-4796, 2009.

MUGUERZA, E.; GIMENO, O.; ANSORENA, D.; BLOUKAS J.G.; ASTIASARÁN, I. Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona - a traditional Spanish fermented sausage. **Meat Science**, v.59, p. 251-258, 2001.

NABESHIMA, E. H.; OLIVEIRA, E. S.; HASHIMOTO, J. M.; JACKIX, M. N. H. Propriedades físicas do sorvete de baunilha elaborado com substitutos de gordura e sacarose. **Boletim do Centro de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 19, n. 2, 169-182, 2001.

NAGAOKA, S.; KANAMARU, Y.; KUSUYA, Y. Effects of whey protein and casein on the plasma and liver lipids in rats. **Agricultural and Biological Chemistry**, v. 55, n. 3, p. 818-18, 1991.

NAGAOKA, S.; KANAMARU, Y.; KUSUYA, Y.; KOJIMA, T.; KUWATA, T. Comparative studies on the serum cholesterol lowering action of whey protein and soybean protein in rats. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, v.56, n. 9, p. 1484-1485, 1992.

NAIDU, P.G; RAO, T.J; ALI, M.P; SASTRI, P.M. Effect of utilization of whey in ice cream. **Indian Journal of Dairy Science**, v.39, n.1, p.94 - 94,1986.

NAKAI, S.; CHAN, L. Structure modification and functionality of whey proteins: quantitative structure-activity relationship approach. **Journal of Dairy Science**. v. 68, n.10, p.2763-2772, 1985.

NASCIMENTO, W. C. A, MARTINS, M. L. L. Produção de proteases por *Bacillus sp.* SMIA-2 crescido em soro de leite e água de maceração de milho e compatibilidade das enzimas com detergentes comerciais. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 26, n.3, p. 582-588, 2006.

NERY, T.B.R.; BRANDÃO, L.V; ESPERIDIÃO, M.C.A.; DRUZIAN, J.I. Biossíntese de goma xantana a partir da fermentação de soro de leite: rendimento e viscosidade. **Química Nova**, v. 31, n.8, p.1937-1941, 2008.

NIKAEDO, P. H. L.; AMARAL, F. F.; PENNA, A. L. B. Caracterização tecnológica de sobremesas lácteas achocolatadas cremosas elaboradas com concentrado proteico de soro e misturas de gomas carragena e guar. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 397-404, 2004.

OLIVEIRA, D.F.; BRAVO, C. E. C.; TONIAL, I. B. Soro de leite: um subproduto valioso. **Revista Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n.385, p. 64-71, 2012.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes: No caminho da pesquisa**. 2.ed. Cocal do Sul: Imprint, 155 p., 2002.

OLIVO, R., SANTOS, M. N., FRANCO, F. O. Carne de frango e nutrição. In: OLIVO, R. **O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango**. Criciúma:Editora do Autor, 2006. Cap. 55, p.655-663.

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRÍGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D.G. F.; PERALES, L. L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de Alimentos – Alimentos de Origem Animal**, São Paulo: Artmed, v.2. 2005.

PACHECO, M. T. B.; BIGHETTI, E.; ANTÔNIO, M.; CARVALHO, J. E.; ROSANELI, C. F.; SGARBIERI, V. C. Efeito de um hidrolisado de proteínas de soro de leite e de seus peptídeos na proteção de lesões ulcerativas da mucosa gástrica de ratos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n.1, p.47-55, 2006.

PAGNO, C. H.; BALDASSO, C.; TESSARO, I. C.; FLORES, S. H.; JONG, E. V. Obtenção de concentrados proteicos de soro de leite e caracterização de suas propriedades funcionais tecnológicas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 2, p. 231-239, 2009.

PANERAS, E. D.; BLOUKAS, J.G.; PAPADIMA, S.N. Effect of meat source and fat level on processing and quality characteristics of frankfurters. **Lebensmittel Wissenschaft**, v.29, p. 507-514, 1996.

PARDI, M.C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. Ciência, higiene e tecnologia da carne: Tecnologia da sua obtenção e transformação. Goiânia – **Universidade Federal de Goiás**. v.1, p. 586, 1993.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne: Tecnologia da Carne e de Subprodutos, Processamento Tecnológico**. Goiânia: EDUFF, v.2, 1996, 622p.

PARDI, M.C. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2 v. Goiânia:UFG, 2001.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne: Tecnologia da carne e de subprodutos. Processamento tecnológico**. Goiânia – Universidade Federal de Goiás. Ed. UFG, v.2, 2° Ed., 2007

PATEL, M. T.; KILARA, A. Studies on whey protein concentrates. 2. Foaming and emulsifying properties and their relationships with physicochemical properties. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, p. 2731-2740, 1990.

PAULA, J.C.J.; ALMEIDA, F. A.; PINTO, M. S.; TEODORO, V. A. M.; COSTA, R. G. B. Aproveitamento de soro de queijo de coalho na elaboração de bebida láctea pasteurizada. **Revista do Instituto de Laticínio Cândido Tostes**, v. 67, n. 387, p. 13-20 2012.

PEÑA-RAMOS, E.A.; XIONG, Y.L. Whey and soy protein hydrolysates inhibit lipid oxidation in cooked pork patties. **Meat Science**, v.64, n.3, p.259-263, 2003.

PENNA, A.L.B.; ALMEIDA, K.E.; OLIVEIRA, M.N. **Soro de leite: Importância Biológica, Comercial e Industrial – principais produtos**. In: OLIVEIRA, M.N.R. (Ed.). Tecnologia de produtos lácteos funcionais. 1.ed. São Paulo: *Atheneu*, p.251- 276, 2009.

PÉREZ, O. E.; WARGON, V.; PILOSOFF, A. M. R. Gelation and structural characteristics of incompatible whey proteins/hydroxypropylmethylcellulose mixtures. **Food Hydrocolloids**, v. 20, n. 7, p. 966-974, 2006.

PETRUS, J.C. **Reutilização do soro de leite**. Disponível em: www.ctc.ufsc.br/comunidade/releases, 2003.

PIHLANTO, A. Antioxidative peptides derived from milk proteins. **International Dairy Journal**, v.16, n.11, p.1306-1314, 2006.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba, SP: FEALQ, 2009. 451p.

PINHEIRO, M. V. S.; PENNA, A. L. B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 175-186, 2004.

PORTO, L. M.; SANTOS, R.C.; MIRANDA, T.L.S. Determinação das melhores condições operacionais do processo de produção da ricota. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.23, n.1, p.173-182, 2005.

- PRINDIVILLE, E. A.; MARSHALL, R.T.; HEYMANN, H. Effect of milk fat, cocoa butter, and whey protein fat replacers on the sensory properties of low-fat and nonfat chocolate ice cream. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.22, p.16–23, 2000.
- RAMALHO, V.C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755 - 760, 2006.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**, 1ª ed, 1ª reimpressão, 599 p. Editora UFV, Viçosa MG, 2009
- RAVIRAJ, A.; PRAKASH, V.; KAUL, P. Study of bovine whey hydrolyzate to enhance it's antioxidant properties. **Journal Australiano f Basic Applied Sciences**, v. 4, n.8, p. 3388-398, 2010.
- RENHE, I.R.T. O papel do leite na nutrição. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, n.363, 63, p. 36-43, Jul./Ago., 2008.
- RÉVILLION, J. P.; BRANDELLI, A.; AYUB, M. A. Z. Produção de extratos de leveduras de uso alimentar a partir do soro de queijo: abordagem de elementos técnicos e mercadológicos relevantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. 246-249.
- RODRIGUES, A. P.; FONTANA, C. V.; PADILHA, E.; SIVESTRIN, M.; AUGUSTO, M. M. M. Elaboração de sorvete sabor chocolate com teor de gordura reduzido utilizando soro de leite em pó. **Vetor**, Rio Grande, v. 16, n. 1-2, p. 55-62, 2006.
- ROQUE-SPECHT, V.P.; RAMOS, A. L. B.; CARDOSO, P.G. Efeito da quantidade de gordura e seus substitutos sobre as características de qualidade de mortadelas de frango **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.17, n.2-4, p.242-250, abr-jun, 2011.
- ROQUE, V. F. **Aproveitamento de resíduos de carne de frango: Uma análise exploratória**. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 1996. Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/dissert96/vania/intro/intro/htm>.
- ROUSSEAU, D. Fat crystals and emulsion stability – a review. **Food research international**. v. 33, p. 3-14, 2000.
- RUGER, P.R; BAER, R.J; KASPERSON, K.M. Effect of Double omogenization and Whey Protein Concentrate on the Texture of Ice Cream. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p.1684–1692, 2002.
- RUSSELL, E. A.; LYNCH, A.; LYNCH, P. B.; KERRY, J. P. Quality and shelf life of duck liver patê as influenced by dietary supplementation with a-tocopheryl acetate and various fat sources. **Journal of Food Science**, v. 68, p. 799 – 802, 2003.
- SANTIAGO, P. A.; MARQUEZ, L. D. S.; CARDOSO, V. L; RIBEIRO, E. J. Estudo da produção de β -galactosidase por fermentação de soro de queijo com *Kluyveromyces marxianus*. **Ciencia e Tecnologia dos Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 567-572, 2004.
- SANTOS, G. G. Substitutos de gordura. **Nutrição Brasil**, São Paulo, v. 8, n. 5, p. 329-334, 2009.

SAUTIER, C.; DIENG, K.; FLAMENT, C.; DOUCET, C.; SUQUET, J. P.; LEMONNIER, D. Effects of whey protein, casein, soya-bean and sunflower proteins on the serum, tissue and fecal steroids in rats. **Brasilian Journal of Nutrition**, v. 49, n. 3, p. 313-319, 1983.

SCHIFFNER, E.; OPPEL, K., LÖRTZING, D. **Elaboración casera de carne y embutidos**. Zaragoza: Acribia, 129-133, 1996.

SCHMELZER-NAGEL, W. Patê: Novos aspectos tecnológicos. **Revista. Nacional da carne**, n. 267, p.40 - 50, maio, 1999.

SCHMIDT, R.H. Effect of processing on whey protein functionality. **Journal of Dairy Science**, v. 67, p. 2723 - 2733, 1983.

SEBRANEK, J. G; BACUS, J. N. Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? **Meat Science**, v. 77, p. 136 – 147, 2007.

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

SGARBIERI, V. C. **Propriedades funcionais das proteínas e dos alimentos proteicos**. In: Proteínas em alimentos proteicos, propriedades – degradação – modificações. São Paulo: Livraria Varela, 1996.

SGARBIERI, V.C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 4, p. 397-409, 2004.

SGARBIERI, V. C.; CANDIDO, L. M. B.; KRUGER, C. C. H. Proteínas do soro de leite bovino. Composição, propriedades nutritivas e funcionais tecnológicas, aplicações. In: **Inovações nos processos de obtenção, purificação e aplicação de componentes do leite bovino**. Editora Atheneu, Série Alimentos: Ciência, Tecnologia e saúde. 291p.2012

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANCO, B. D. G. M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: *Editora Varela*, p. 236, 2006.

SHON, J.; CHIN, K. B. Effect of whey protein coating on quality attributes of low-fat, aerobically packaged sausage during refrigerated storage. **Journal of Food Science**, v.73, n.6, p. 469-475, 2008.

SILVA, K.; BOLINI, H.M.A. Avaliação sensorial de sorvete formulado com produto de soro ácido de leite bovino. **Ciencia e Tecnologia dos Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 116-122, 2006.

SILVA, V. D. M. et al. Preparation of low-phenylalanine whey hydrolysates using papain and pancreatin immobilized on activated carbon and alumina. **American Journal of Food Technology**, v. 2, n. 5, p. 327-41, 2007.

SILVA, M. C.; SILVA, V. D. M.; LANA, A. M. Q.; SILVESTRE, M. P. C. Grau de hidrólise e perfil peptídico de hidrolisados enzimáticos do concentrado proteico de soro de leite. **Alimentos e Nutrição**, v.20, n.3, p. 395-402, 2009.

SILVA, M. R.; RODRIGUES, D. F.; LANA, F. C.; SILVA, V. D. M.; MORAIS, H. A.; SILVESTRE, M. P. C. Perfil peptídico de hidrolisados enzimáticos do concentrado proteico do soro de leite, obtidos pela ação da pancreatina e da papaína. **Nutrire**, v.35, n.3, p. 97-114, 2010.

SILVA, C. A.; GOMES, J. P.; SILVA, F. L. H.; MELO, E. S. R. L.; CALDAS, M. C. S. Utilização de soro de leite na elaboração de pães: estudo da qualidade sensorial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.13, nº especial, p. 355-362, 2011.

SILVA, J. G.; MORAIS, H. A.; OLIVEIRA, A.L.; SILVESTRE, M. P. C. Evaluating the incorporation of globin bovine and sodium caseinate on the raw batter quality and on the stability of ham pâté. **Meat Science**, Fort Collins, v. 63, n. 2, p. 177-184, 2003.

SILVESTRE, M. P. C.; AFONSO, W. O.; LOPES JUNIOR, C. O.; SILVA, V. D. M.; MORAIS, H. A.; SOUZA, M. W. S.; SILVA, M. R. Use of subtilisin and pancreatin for hydrolysing whey protein concentrate. **American Journal of Food Technology**, v.6, n.8, p. 647-660, 2011a.

SILVESTRE, M. P. C.; SILVA, M. C.; SILVA, V. D. M.; SILVA, M. R.; AMORIN, L. L. WPC hydrolysates obtained by the action of a pancreatin: preparation, analysis and phenylalanine removal. **Asian Journal of Scientific Research**, v.4, n.4, p. 302-314, 2011b.

SILVESTRE, M. P. C.; SILVA, M. R.; SILVA, V. D. M.; SOUZA, M. W. S.; LOPES JUNIOR, C. O.; AFONSO, W. O. Analysis of whey protein hydrolysates: peptide profile and ACE inhibitory activity. **Brazilian Journal of Pharma Sci**, v. 48,p. 747-757, 2012.

SINHA, R.; RADHA, C; PRAKASH, J.; KAUL, P. Whey protein hydrolysate: functional properties, nutritional quality and utilization in beverage formulation. **Food Chemistry, Oxford**, v. 101, n. 4, p. 1484-1491, 2007.

SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M. C. Avaliação da vida-de-prateleira de bebidas lácteas preparadas com fat replacers. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 24-31, 2002.

SMITHERS, G. W. Whey and whey proteins - From 'gutter-to-gold'. **International Dairy Journal, Amsterdam**, v. 18, n. 7, p. 695-704, 2008.

SOARES, F.M.; FONSECA, L.M.; MARTINS, R.T; MACHADO, E.C.; PEREIRA JR., F.N.; FONSECA, C.S.P. Influência do concentrado proteico de soro na composição do requeijão em barra com teor reduzido de gordura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.6, p.1-7, 2002.

SOOD, S. M.; SIDHU, K. S.; DEWAN, R. K. Voluminosity of bovine and buffalo casein micelles at different temperatures., **Milchwissenschaft**, v.31, n.8, p.470-473, 1976.

SOUSA, G.T. et al.. Dietary whey protein lessens several risk factors for metabolicdiseases: a review. **Lipids in Health and Disease**, v.11, n.67, 2012.

SOUZA, M. W. S. et al. Obtaining oligopeptides from whey: use of subtilisin and pancreatin. **American Journal of Food Technology**, v. 3, n.5, p. 315-324, 2008.

- SUBSTITUTOS de gordura. **Aditivos e Ingredientes**, São Paulo, v. 59, p. 42-54, 2008. Disponível em: <[http://www.insumos.com.br/aditivos e ingredientes/](http://www.insumos.com.br/aditivos-e-ingredientes/)>. Acesso em: 10 jul. 2014.
- SURH, J.; WARD, L. S.; MCCLEMENTS, D. J. Ability of conventional and nutritionally-modified whey protein concentrates to stabilize oil-in-water emulsions. **Food Research International**, v.39, n. 7, p. 761-771, 2006.
- TEIXEIRA, C. E.; MANO, S.; PARDI, H. S.; FREITAS, M. Q. Desenvolvimento de salsicha de carne de frango com baixo teor de gordura. **Revista Brasileira de Ciência. Veterinária**, v. 11, n. 3, p. 135-142, set./dez. 2004.
- TERRA, N. N. **Apontamentos Sobre Tecnologia de Carnes**. São Leopoldo: Editora UNISINOS, 1998. 216 p.
- TERRA, N. N., FRIES L. L. M., TERRA A. M., TERRA L. A carne e os benefícios da fibra alimentar. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 311, Jan. 2003.
- TERRA, N. N.; FRIES, L. L. M.; MILANI, L. I. G.; RICHARDS, N. S. P. S.; REZER, A. P. S.; BACKES, A. M.; BEULCH, S.; SANTOS, B.A. Emprego de soro de leite líquido na elaboração de mortadela. **Ciência Rural**, v. 39, n.3, p.885-890, 2009.
- TOMPKIN, R. B.; CHRISTIANSEN, L. N.; SHAPARIS, A. B. Antitoxigenic role of isoascorbate in cured meat. **Journal of Food Science**, v.43, n.5, p.1368-1370, 1978.
- TREMARIN, A. **Condições operacionais na hidrólise enzimática da lactose em reator a membrana**. Dissertação (mestrado). Pós graduação em engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2007.
- TRINDADE, M. A.; NUNES, T. P.; CONTRERAS-CASTILLO; FELÍCIO, P. E. Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidantes durante período de armazenamento a -18°C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 160-168, 2008.
- TROUTT, E. S.; HUNT, M. C.; JOHNSON, D. E.; CLAUS, J. R.; KASTNER, C. L.; KROPF, D. H. Characteristics of low-fat ground beef containing texture-modifying ingredients. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, n. 1, p. 19-24, 1992.
- TROY, D. J.; KERRY, J. P. Consumer perception and the role of science in the meat industry. **Meat Science**, v.86, p. 214–226, 2010.
- ULU, H. Effect of wheat flour, whey protein concentrate and soya protein isolate on oxidative processes and textural properties of cooked meatballs. **Food Chemistry**, v. 87, p.523–529, 2004.
- UNITED STATES DAIRY EXPORT COUNCIL. Manual de referência para produtos de soro dos EUA. Arlington, 1997.

- VALDUGA, E.; PAVIANI, L.C.; MAZUR, S. P.; FINZER, J.R.D. Aplicação do soro de leite em pó na panificação. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n.4, p.393-400, 2006.
- VIANA, F. R.; SILVA, V. D. M.; CARVALHO, M. G.; OLIVEIRA, A. L.; SILVESTRE, M. P. C. Efeito da substituição parcial da gordura pela globina e plasma bovinos em patê de presunto **Revista Acta Scientiarum: Biological Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 233-240, 2003a.
- VIANA, F. R.; SILVA, V. D. M.; BIZZOTTO, C. S.; LABOISSIERE, L. H. E. S.; DRUMOND, M. F. B. OLIVEIRA, A. L.; SILVESTRE, M. P. C. Globina e plasma bovinos, como substitutos de gordura em patê de presunto: efeito da incorporação sobre a composição química, textura e características sensoriais. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.14, n.1, p. 77-85, 2003b.
- VIDIGAL, J. G. **Características físicas, químicas, nutricionais e sensoriais de mortadelas contendo diferentes níveis de gordura, sangue tratado com monóxido de carbono e soro de leite**. Tese (doutorado), Programa de pós graduação em ciência e tecnologia dos alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.
- VIDIGAL, M.C.T.R.; MINIM, V.P.R.; BERGER, E.C.; RAMOS, A.M.; MINIM, L.A. Concentrado proteico do soro melhora a qualidade sensorial de sobremesa láctea diet. **Ciência Rural**, v.42, n.12, dez, 2012.
- WALZEM, R.L.; DILLARD, C.J.; GERMAN, J.B. Whey componentes: Millenia of evolution creat functionalities for mammalian nutrition: what we know and what we may be overlooking. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.42, p.353-375, 2002.
- WIT, J.N. Nutritional and Functional Characteristics of Whey Proteins in Food Products. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 3, p. 597-608, 1998.
- WONG, D.W.S.; CARMIRAND, W.M.; PAVLAT, A.E. Structures and functionalities of milk proteins. **Critical Reviews in Food. Science and Nutrition**, v. 36, n.8, p.807-844, 1996.
- WONG, Y. C.; HERALD, T, J.; HACHMEISTER, K. A. Comparison between irradiated and thermally pasteurized liquid egg white on functional, physical and mocrological properties. **Poultry Science**, v.5, n.6, p.803-808, 1996.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint** FAO/WHO/UNU expert consultation. Geneva: WHO; 2002. (WHO. Technical Report). Disponível em:
<<http://www.who.int/nutrition/publications/nutrecomm/en/index.html>>.
- YACKEL, W.C.; COX, C. Application of starch-based fat replacers. **Food Technology**, Chicago, v. 46, n. 6, p.146-148, 1992.
- YAMAUCHI, K.; SHIMIZU, M.; KAMIYA, T. Emulsifying properties of whey protein. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 45, 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**, Barking, v. 34, n. 1, p. 97-101, Feb. 2001.

ZAMBRANO, F.; CAMARGO, C.R.O. Substitutos de gordura derivados de amido utilizados em panificação. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. v.33, p. 235-244, 1999.

ZAMBRANO, F.; SILVA, M. C.; ORMENESE, R. C. C.; YOTSUYANAGI, K. Concentrado proteico de soro como substituto de gordura em pão de queijo. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 3, p. 244-252, 2012.

ZAVAREZE, E.R.; MORAES, K.S.; SALAS-MELLADO, M. L.M. Efeito do soro de leite no teor proteico e na qualidade tecnológica de pães. **Revista do Instituto de Laticínio Cândido Tostes**, v. 63, n. 363, p. 44-50, 2008.

ZAVAREZE, E.R.; MORAES, K.S.; SALAS-MELLADO, M. L.M. Qualidade tecnológica e sensorial de bolos elaborados com soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.1, p. 100-105, jan-mar. 2010.

ZHANG, X.; BEYNEN, A. Lowering effect of dietary milk-whey protein vs. casein on plasma and liver cholesterol concentrations in rats. **Brasilian Journal of Nutrition**, v. 70, n. 1, p.139-146, 1993.

ZEMEL, M.B. Mechanisms of dairy modulation of adiposity. **Journal of Nutrition**., v.133, n.1, p. 252-256, 2003.

ZEMEL, M. A. Role of calcium and dairy products in energy partitioning and weight management. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, n. 5, p. 907s-912s, 2004.

ZIEGLER, F. F.; CASTRO, G. A.; MORENO, Y. M. F.; OYA, V.; VILELA, M. M. S.; SGARBIERI, V. C. Partial chemical and functional characterization of milk whey products obtained by different processes. **Ciencia e Tecnologia dos Alimentos**, v. 32, n. 1, p. 56-64, 2012.

ANEXOS

a) Participação em eventos científicos

- V Encontro Regional da Rede Mineira de Química (2013)
- II Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão/UFVJM (2013)
- I Encontro do SaSA (2014)
- III Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão/UFVJM (2014)

b) Apresentação e resumos em eventos científicos

RODRIGUES, C. A. A.; DIAS, P. A.; LUPKI, F. B.; DIAS, A. C. P.; BOARI, C. A.; MORAIS, H. A. Avaliação da capacidade espumífera e da estabilidade da espuma de concentrados proteico de soro de leite. In: V Encontro da Rede Mineira de Química, 2013, Diamantina. Anais do V ERMQ. Diamantina: RQMG/UFVJM, 2013. v. 1. p. 65-65.

LUPKI, F. B.; DIAS, P. A.; RODRIGUES, C. A. A.; DIAS, A. C. P.; MORAIS, H. A. Efeito do pH sobre a capacidade emulsionante das proteínas do soro de leite. In: V Encontro da Rede Mineira de Química, 2013, Diamantina. Anais do V ERMQ. Diamantina: RQMG/UFVJM, 2013. v. 1. p. 16-16.

DIAS, P. A.; LUPKI, F. B.; RODRIGUES, C. A. A.; DIAS, A. C. P.; MORAIS, H. A. Efeito do pH sobre a solubilidade e a capacidade de hidratação e retenção de água das proteínas do soro de leite. In: V Encontro da Rede Mineira de Química, 2013, Diamantina. Anais do V ERMQ. Diamantina: RQMG/UFVJM, 2013. v. 1. p. 24-24.

RODRIGUES, C. A. A.; LUPKI, F. B.; DIAS, P. A.; DIAS, A. C. P.; BOARI, C. A.; MORAIS, H. A. Efeito do pH sobre a capacidade espumífera de concentrado proteico de soro de leite. In: II Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão, 2013, Diamantina. Anais da II Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão. Diamantina: UFVJM, 2013. v. 1. p. 666-666.

LOPES, A. S.; RODRIGUES, C. A. A.; LUPKI, F. B.; DIAS, P. A.; DIAS, A. C. P.; BOARI, C. A.; MORAIS, H. A. Efeito do pH na estabilidade da espuma de concentrado proteico de soro de leite. In: II Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão, 2013, Diamantina. Anais da II Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão. Diamantina: UFVJM, 2013. v. 1. p. 132-132.

DIAS, P. A.; LUPKI, F. B.; RODRIGUES, C. A. A.; DIAS, A. C. P.; SILVA, M. R.; MORAIS, H. A. Efeito da concentração na capacidade emulsionante de proteínas do soro de leite. In: II Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão, 2013, Diamantina. Anais da II Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão. Diamantina: UFVJM, 2013. v. 1. p. 131-131.

LUPKI, F. B.; DIAS, P. A.; RODRIGUES, C. A. A.; MORAIS, H. A.; DIAS, A. C. P.; SILVA, M. R. Efeito do pH na estabilidade da emulsão de proteínas lácteas após aquecimento. In: II Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão, 2013, Diamantina.

Anais da II Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão. Diamantina: UFVJM, 2013. v. 1. p. 321-321.

LUPKI, F. B.; DIAS, P. A.; RODRIGUES, C. A. A.; DIAS, A. C. P.; SILVA, M. R.; MORAIS, H. A. Efeito do pH na estabilidade da emulsão resfriada de concentrado proteico de soro de leite. In: II Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão, 2013, Diamantina. Anais da II Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão. Diamantina: UFVJM, 2013. v. 1. p.482-482.

RODRIGUES, C. A. A.; SILVA, M. R.; MORAIS, H. A.; COSTA, H. A. O.; SILVA, A. C. S. Avaliação da estabilidade de patê de frango com reduzido teor de gordura elaborado com resíduo lácteo. In: III Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão, 2014, Diamantina. Anais da III Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão. Diamantina: UFVJM, 2014. v. 1. p. 305-305.

c) Membro de banca de trabalho de conclusão de curso de Nutrição

RODRIGUES, C. A. A.; MORAIS, H. A.; DIAS, P. A. Participação em banca de Aline Sardinha Lopes. **Proteínas do soro de leite como substitutos de gordura:** uma revisão. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.