

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

ADRIANA DE SOUSA LIMA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PÃES DE FORMA
ENRIQUECIDOS COM SORO DE LEITE EM PÓ

JOÃO PESSOA-PB
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ADRIANA DE SOUSA LIMA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PÃES DE FORMA
ENRIQUECIDOS COM SORO DE LEITE EM PÓ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador(a): Prof^ª. Dr^ª. Janeeyre Ferreira Maciel

JOÃO PESSOA-PB
2009

L732c Lima, Adriana de Sousa.

Caracterização físico-química e sensorial de pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó / Adriana de Sousa Lima. - - João Pessoa: UFPB, 2009.

67 f.: il.

Orientadora: Janeeyre Ferreira Maciel.

Dissertação (Mestrado) – UFPB/CT.

1.Tecnologia de alimentos. 2.Soro de leite em pó- Pão de Forma. 3.Soro de leite em pó-Tratamento térmico.

UFPB/BC

CDU: 664(043)

ADRIANA DE SOUSA LIMA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PÃES DE FORMA
ENRIQUECIDOS COM SORO DE LEITE EM PÓ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovado pela Banca Examinadora em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Janeeyre Ferreira Maciel
Orientador(a)

Prof. Dr. Ricardo Targino Moreira
Membro Interno

Profa. Dra. Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga
Membro Externo

*À Deus por mais uma conquista!
Aos meus familiares, especialmente à minha mãe Lúcia,
meus queridos avós Francisca e Moacir (In memoriam)
e minhas irmãs Luciana, Lídiane e Francisco (In memoriam) e
sobrinhos (Luã e Luíza).*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, fonte de luz e paz presente em minha vida.

Agradeço à minha família, especialmente: meus pais (Lúcia e José), meus amados avós: Moacir (*In memorian*) e Francisca; meus irmãos: Lidiane, Luciana e Francisco (*In memorian*); meus sobrinhos: Luã e Luiza e meu cunhado Leonardo pelo apoio, incentivo, amor, carinho, palavras positivas, paciência e por ter acreditado em mim e no meu potencial. Muito Obrigada a todos!!

À família Soares, em especial a D.Maria e Sr.José pela hospitalidade, carinho e atenção ao me receber para o início de tudo. Obrigada!

Às minhas amigas-irmãs (Manoela e Julianne) por ter me ensinado as entrelinhas dessa arte, que é a convivência. Obrigada por tudo!!

Ao meu amigo, companheiro e namorado (Nereu) pela paciência, incentivo e, sobretudo pelo amor. Obrigada!!

À minha orientadora e coordenadora do programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Prof^a. Dr^a. Janeeyre Ferreira Maciel, pela paciência, pelos ensinamentos, apoio, incentivo, e pela confiança e credibilidade a mim doados.

Aos professores Ricardo Targino Moreira e Rita de Cássia Ramos do Egipto Queiroga pela disponibilidade, sugestões, enfim por toda a contribuição desde a qualificação até a defesa. Muito Obrigada!!

À equipe de professores doutores (Eduardo de Jesus Oliveira, João Andrade, Heinz Johann Holschuh, Pushkar Singh Bora Bora, Ânoar Abbas, Marcelino Cavalheiro, Ricardo Targino Moreira, Janeeyre Ferreira Maciel) pelos ensinamentos doados, apoio e incentivo no curso das disciplinas.

À Universidade Federal da Paraíba, em especial ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela recepção e oportunidade concedida para a realização de um sonho.

Aos secretários do Programa (Humberto Bandeira e Vanessa Gomes) pela atenção.

À empresa ALIBRA Ingredientes Ltda à atenção e apoio, ao nos fornecer o soro de leite em pó para a realização do nosso trabalho. Muito Obrigada!

Aos técnicos e funcionários dos Laboratórios de Bromatologia (CCS/DN/UFPB/ João Pessoa), de Controle de Qualidade de Alimentos (UFPB/ Bananeiras), Irrigação e Salinidade (UFCG/Campina Grande), de Análise de Tecido de Planta (UFPB/CCA/Areia), Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos (LEAAL/CCS/DN/UFPE), de Bioquímica, Microbiologia, Análises Químicas, Análise Sensorial, Águas, Pescado, Flavor, Padaria Piloto (UFPB/ João Pessoa) em nome das seguintes pessoas: Elieyde, Jerônimo, Francisco, Gilvandro, June Ane, Gildo, Claudionor, Eunice e outros. "Porque uma pesquisa não é feita apenas em um lugar."MUITO OBRIGADA!!

Aos professores Eufrásio de Andrade Lima Neto e Ulisses Umbelino dos Anjos pelas contribuições e sugestões na realização da estatística do trabalho, assim como a Larissa, aluna PIBIC de Engenharia de Alimentos. MUITO OBRIGADA!!

Aos funcionários que cuidam da limpeza e organização do bloco da Pós- graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, especialmente à minha grande amiga e companheira Juliana. Obrigada July!!

Aos amigos de turma: Elieyde, Julianne, June Ane, Gabriele, Josilene, Thayze, Thiago, Zilmara, Poliana, Cybelle, Ronaldo, pelos conhecimentos trocados e pela cumplicidade nessa experiência ímpar de nossas vidas. Agradecimento especial a Ely e Jú por todo o apoio e incentivo, muito obrigada amigas!

Aos amigos e colaboradores: Larissa, Guilherme, Natália, Rafaela, Camila, Nayara, Cristiane, Fátima, Kátia, Wilma, Rita, João Paulo, Ana Paula, Sandra, Mariane, Juan, Robson, enfim a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA A TODOS!

“...descobri como é chegar quando se tem paciência. E para chegar, onde quer que seja, aprendi que não é preciso dominar a força, mas a razão. É preciso, antes de mais nada querer.”
Amyr Klink

LISTA DE QUADROS

	Págs.
Quadro 1 Composição físico-química média dos soros de leite doce e ácido	19
Quadro 2 Composição físico-química média do soro de leite e seus derivados	23
Quadro 3 Propriedades funcionais que as proteínas do soro de leite conferem aos alimentos	31
Quadro 4 Formulação do pão de forma convencional (0% de soro de leite em pó)	38

LISTA DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1 Diagrama de produção de diferentes produtos derivados do soro de leite	21
Figura 2 Diagrama geral do processamento do soro de leite em pó	23
Figura 3 Diagrama geral das formulações de pães de forma elaboradas	39
Figura 4 Diagrama do processo de elaboração dos pães de forma	40
Figura 5 Ficha de avaliação utilizada no teste sensorial de comparação pareada-preferência	43
Figura 6 Ficha de avaliação utilizada no teste sensorial de aceitação	44

LISTA DE TABELAS

		Págs.
Tabela 1	Valores médios das variáveis microbiológicas do soro de leite em pó	46
Tabela 2	Valores médios e desvios padrão das características físico-químicas do soro de leite em pó	47
Tabela 3	Valores médios das variáveis microbiológicas dos pães de forma	48
Tabela 4	Valores médios e desvios padrão das variáveis físico-químicas dos pães de forma convencional e adicionados de soro de leite em pó	49
Tabela 5	Valores médios e desvios padrão das variáveis físico-químicas dos pães de forma convencional e adicionados de soro de leite em pó tratado termicamente	50
Tabela 6	Escores médios e desvios padrão do teste de aceitação sensorial dos pães de forma com soro de leite em pó	52
Tabela 7	Escores médios e desvios padrão do teste de aceitação sensorial dos pães de forma com soro de leite em pó tratado termicamente	52
Tabela 8	Escores médios e desvios padrão do teste de aceitação sensorial do pão de forma convencional e dos pães adicionados de soro de leite em pó, com e sem aplicação de tratamento térmico, nas concentrações selecionadas	53
Tabela 9	Distribuição da frequência (%) dos escores atribuídos pelos provadores aos pães de forma adicionados de soro de leite em pó, com e sem tratamento térmico	53
Tabela 10	Valores médios e desvios padrão da composição química do pão de forma convencional e dos pães adicionados de soro de leite em pó, com e sem tratamento térmico.	54

LISTA DE SIMBOLOS E ABREVIATURAS

pH	potencial Hidrogeniônico
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
Ltda	Limitada
SP	São Paulo
OR	Osmose Reversa
%	por cento
N	Nitrogênio
α	Alfa
β	Beta
UNIFESP:	Universidade Federal de São Paulo
DRI	Dietary Reference Intakes
mg	Miligramas
°C	grau Celsius
Ca	Cálcio
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CCS	Centro de Ciências da Saúde
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CT	Centro de Tecnologia
CCS	Centro de Ciências da Saúde
NMP	Número Mais Provável
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
IAL	Instituto Adolfo Lutz
PB	Paraíba
PC	Formulação de pão de forma convencional
PSLP 5%	Formulação de pão de forma adicionado de soro de leite em pó, na concentração 5%
PSLP 7,5%	Formulação de pão de forma adicionado de soro de leite em pó, na concentração 7,5%
PSLP 10%	Formulação de pão de forma adicionado de soro de leite em pó, na concentração 10%

SLPT 5%	Formulação de pão de forma adicionado de soro de leite em pó tratado termicamente, na concentração 5%
PSLPT 7,5%	Formulação de pão de forma adicionado de soro de leite em pó tratado termicamente, na concentração 7,5%
PSLPT 10%	Formulação de pão de forma adicionado de soro de leite em pó tratado termicamente, na concentração 10%
NaOH 0,1 N	Hidróxido de Sódio a 0,1 Normal
g	Gramas
mL	Mililitros
cm	Centímetros
cm ³	Centímetros cúbicos
nm	Nanômetros

SUMÁRIO

	Págs.
1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo geral	18
2.2 Objetivos específicos	18
3 REVISÃO DA LITERATURA	19
3.1 Soro de leite	19
3.2 Soro de leite em pó	21
3.2.1 Características nutricionais e propriedades funcionais tecnológicas do soro de leite	24
3.2.2 Soro de leite em pó na panificação	32
3.3 Efeitos do tratamento térmico sobre as proteínas do soro de leite	33
4 MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1 Aspectos Éticos do Estudo	37
4.2 Local de execução	37
4.3 Avaliação microbiológica e físico-química do soro de leite em pó	37
4.4 Ingredientes e elaboração dos pães de forma	38
4.5 Avaliação microbiológica dos pães de forma	41
4.6 Avaliação físico-química dos pães de forma	41
4.7 Avaliação sensorial dos pães de forma	42
4.7.1 Teste de Comparação Pareada-Preferência	42
4.7.2 Teste de Aceitação	43
4.8 Avaliação da composição química dos pães de forma com soro de leite em pó selecionados	44
4.9 Análise Estatística	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1 Avaliação microbiológica e físico-química do soro de leite em pó	46
5.2 Avaliação microbiológica dos pães de forma	47
5.3 Avaliação físico-química dos pães de forma	48
5.4 Avaliação sensorial dos pães de forma	50
5.4.1 Teste de Comparação Pareada-Preferência	50

5.4.2	Teste de Aceitação	51
5.5	Avaliação da composição química dos pães de forma com soro de leite em pó selecionados	53
6	CONCLUSÕES	56
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

RESUMO

LIMA, A.S. **Caracterização físico-química e sensorial de pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó**. João Pessoa, 2009. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba.

O objetivo deste trabalho foi enriquecer pão de forma com soro de leite em pó, disponibilizando ao produto final maior concentração de proteínas e minerais, especialmente cálcio e fósforo. O soro de leite em pó foi adicionado nas concentrações de 5; 7,5 e 10%, sob duas diferentes formas: 1. misturado diretamente à farinha; 2. dissolvido em água e tratado termicamente. Ainda, foi elaborado pão de forma convencional, para fins de comparação. Os pães foram avaliados quanto a preferência e aceitação, e submetidos às análises de pH, acidez, volume específico e umidade. As concentrações de proteínas, lipídios, cinzas, cloretos, cálcio e fósforo foram determinadas somente nos pães selecionados nos testes sensoriais. Todos os pães foram aceitos, pois obtiveram escores médios acima de 5,0 (“não gostei, nem desgostei”), entretanto os que continham 10% de soro de leite em pó tratado termicamente e 7,5% deste ingrediente, na forma não tratada, foram selecionados, por terem sido tão bem aceitos quanto o pão convencional, com escores médios acima de 7,0 (“gostei regularmente”). O uso de 10% de soro de leite em pó promoveu incrementos nos teores de proteínas, cálcio e fósforo (30,7%; 134,6% e 38,5%, respectivamente), podendo contribuir para que o aporte diário desses nutrientes alcance os níveis de recomendação preconizados.

Palavras-chave : Pão de forma.Soro de leite em pó.Tratamento térmico.

ABSTRACT

LIMA, A.S. **Physical-chemical and sensory characterization of pan breads enriched with powder whey**. João Pessoa, 2009. 67f. Dissertation (Master Degree in Food Science and Technology), Universidade Federal da Paraíba.

In this work the aim was to enrich pan bread with powder whey, providing to the final product higher concentration of protein and minerals, especially calcium and phosphorus. The powder whey was added in concentrations of 5; 7.5 and 10%, under two different forms: 1. mixed directly to the flour, 2. dissolved in water and heat treated. Still, the conventional pan bread was elaborated, for comparison. The breads were evaluated for preference and acceptance, and for pH, acidity, specific volume and moisture analyses. The proteins, lipids, ash, chlorides, calcium and phosphorus analyses were determined only in the pan breads selected in the sensorial tests. All pan breads were accepted, with mean scores above 5.0 ("indifferent"), however, those containing 10% of heat treated powder whey and 7.5% of this non heat treated ingredient were selected because they were so well accepted as the conventional pan bread, with mean scores above 7.0 ("like regular"). The use of 10% of powder whey promoted increments in proteins, calcium and phosphorus concentrations (30.7%; 134.6% and 38.5% respectively), which may contribute to the daily intake of these nutrients reaches the recommended levels.

Keywords: Pan bread. Powder whey. Heat treatment.

1 INTRODUÇÃO

O soro de leite, considerado principal resíduo da indústria de laticínios, é um derivado lácteo recomendado como substituto do leite em diversos produtos alimentícios, incluindo pães, podendo ser adicionado tanto na forma fluida ou em pó (integral ou fracionado). Suas proteínas possuem um dos mais altos índices de valor biológico, quando comparadas com outras fontes protéicas como ovos, caseína, carnes e, principalmente a soja. Quanto aos minerais, é considerado uma boa fonte de cálcio e fósforo.

Além dos benefícios nutricionais, pesquisas demonstram diversos efeitos terapêuticos que as proteínas do soro de leite parecem exercer no organismo, tais como atividades anticâncer, antimicrobiana e antiviral, antiulcerogênica, proteção ao sistema cardiovascular, ação imunomoduladora, dentre outras (ROSANELI, 2002; MORENO, 2002; SGARBIERI, 2004).

A adição do soro de leite em pó às formulações de pães irá contribuir para a melhoria nutricional desses produtos, especialmente em termos de proteínas de alto valor biológico e cálcio, tendo em vista que a farinha de trigo, principal ingrediente da panificação, apresenta deficiências em certos aminoácidos essenciais, como por exemplo, a lisina, e contém baixa concentração (20mg/100g) e biodisponibilidade de cálcio (OLIVEIRA; MARCINI, 1998).

Quando acrescentados aos produtos de panificação, o soro de leite em pó também promove melhoria nas características sensoriais, incrementando a cor da crosta e conferindo maciez aos pães (AZEVEDO, 2007; CALDAS, 2007). Entretanto, a concentração desse ingrediente lácteo a ser adicionada nas formulações de pães de forma tem sido limitada devido a problemas associados à capacidade de absorção de água pela massa, gerando produtos com baixo teor de umidade (AZEVEDO, 2007).

Diversas pesquisas reportaram redução no tempo de mistura e pouca elasticidade da massa, bem como depressão no volume de pães formulados com soro de leite em pó em altas concentrações e sem tratamento térmico (ERDOGDU-ARNOCZKY; CZUCHAJOWSKA; POMERANZ, 1996; KADHARMESTAN; BAIK; CZUCHAJOWSKA, 1998). Esses efeitos negativos estão associados à interação entre proteínas do soro de leite e proteínas do glúten (RENNER; ABDEL-SALAM, 1991).

Alguns pesquisadores verificaram que a aplicação de tratamento térmico às proteínas do soro de leite resultou em melhoria significativa na qualidade dos pães, promovendo

aumento no volume e redução na taxa de envelhecimento, prolongando o frescor (KULP et al., 1988; ERDOGDU-ARNOCZKY et al., 1996).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi elaborar pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó, a partir de diferentes formulações, selecionando as que obtiverem melhor aceitação sensorial para fins de avaliação do valor nutricional.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Elaborar pão de forma enriquecido com soro de leite em pó, disponibilizando ao produto final maior concentração de proteínas e minerais, especialmente cálcio e fósforo.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito do tratamento térmico aplicado ao soro de leite em pó dissolvido em parte da água da formulação;
- Elaborar pães de forma com diferentes concentrações de soro de leite em pó, adicionando-o diretamente à farinha, ou dissolvido em água e tratado termicamente;
- Avaliar as características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais dos pães elaborados;
- Caracterizar quanto à composição química os produtos finais selecionados, para fins de comparação com o produto convencional.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Soro de leite

O soro de leite é um líquido residual obtido a partir da coagulação do leite destinado à fabricação de queijos ou de caseína (BRASIL, 2005a). Do ponto de vista industrial, existem dois tipos de soro de leite: o soro ácido ($\text{pH} < 5,1$) e o soro doce ($\text{pH} > 5,6$). O soro de leite ácido é o subproduto do fabrico de caseína alimentar ou queijo fresco, resultado da acidificação do leite com adição direta de ácido, glucona delta lactona ou por produção *in situ* de ácido pela fermentação láctica, respectivamente. O soro de leite doce, subproduto da produção de queijo, é obtido após inoculação do leite com cultura de bactérias lácticas ($\text{pH}=6,2-6,4$), seguida da adição da renina (quimosina: EC-3.4.23.4) (ANTUNES, 2003; MULVIHILL; DONOVAN, 1987). No Quadro 1 encontra-se a composição físico-química média dos soros de leite doce e ácido.

Componente	Soro de leite doce	Soro de leite ácido
Lactose (%)	4,9	4,3
Proteína bruta (%N x 6,25)	0,9	0,9
Gordura (%)	1,03	0,48
Cinza (%)	0,5	0,8
Sólidos totais (%)	6,7	6,4
pH	6,2	4,6

Quadro 1 - Composição físico-química média dos soros de leite doce e ácido.

Fonte: EVANS, 1982.

No Brasil, a produção de queijo está em torno de 450.000 toneladas por ano. Isso significa que anualmente 4.050.000 toneladas de soro de leite são produzidas (RICHARDS, 2002). Quando lançado em cursos d'água, o soro de leite provoca enorme efeito poluidor pelo consumo de oxigênio, reduzindo a vida aquática. Possui uma Demanda Bioquímica de

Oxigênio (DBO) entre 30.000 a 80.000 mg de O₂/L, contra cerca de 500 mg/L do esgoto doméstico. Cada tonelada de soro de leite não tratado, despejada por dia no sistema de tratamento de esgoto, equivale à poluição diária de cerca de 470 pessoas. Por apresentar alta concentração de matéria orgânica e deficiência de nitrogênio, sua estabilização por métodos convencionais de tratamento biológico é dificultada. Quando descartado no solo compromete sua estrutura físico-química e diminui o rendimento da colheita (CONDACK, 1993; PONSANO; PINTO; CASTRO-GOMES, 1992). Descartar soro de leite sem um tratamento eficiente é considerado crime, previsto na Lei Federal n. 9605, de 12 de fevereiro de 1998 (BRASIL, 1998a; RICHARDS, 2002).

O soro de leite possui elevado valor nutricional, especialmente em termos de proteínas e cálcio. Suas proteínas contêm em quantidade e proporção adequada todos os aminoácidos essenciais à alimentação humana. São facilmente digeridas e tem ótima eficiência metabólica, o que lhe confere alto valor biológico (USDEC NEWS, 1999).

Inúmeras pesquisas estão sendo desenvolvidas em diversos países, com o objetivo de criar opções para a utilização do soro de leite na alimentação humana, evitando assim que ele funcione como agente de poluição ambiental (AZEVEDO, 2007; CAVALHEIRO, 2007; USDEC NEWS, 2003).

O soro de leite pode ser adicionado à formulação de diversos produtos alimentícios, na forma fluida ou em pó (integral ou fracionado em lactose e concentrado protéico, entre outros) (USDEC NEWS, 2000). Segundo Giroto e Pawlowsky (2002), o elevado custo para a produção de soro e derivados em pó limita sua adoção pela indústria nacional de laticínios, que em sua maioria é constituída por pequenas empresas. No Brasil, o soro de leite fluido tem sido mais comumente usado na elaboração de bebidas lácteas e ricota. Entretanto, pesquisas têm demonstrado a viabilidade de seu uso em picolés (PEREIRA et al., 2003), mortadelas (TERRA et al. 2009) e pães (MACIEL et al., 2002).

De acordo com Caldas (2007), a substituição total da água da formulação de pão de forma por soro de leite fluido, além de promover uma melhoria na qualidade nutricional do pão, resultou em produto final de sabor agradável, com boa aceitação sensorial. O uso do soro de leite fluido também é indicado na produção de fermentos de panificação e antibióticos (ALMEIDA; BONASSI; ROÇA, 2001; BOLINI; SILVA, 2006).

3.2 Soro de leite em pó

O soro de leite em pó é o produto obtido por meio da desidratação do soro doce ou ácido (BRASIL, 2005a). Existem diferentes tipos de produtos derivados do soro de leite em pó: soro doce, soro ácido, soro desmineralizado, soro parcialmente desmineralizado, soro deslactosado, concentrados e isolados protéicos do soro. O desenvolvimento de mercados que utilizam esse ingrediente para consumo humano e animal, transformaram o então subproduto, em um produto valioso para a indústria de laticínios (RICHARDS, 2002). A Figura 1 apresenta a obtenção de alguns produtos derivados do soro de leite.

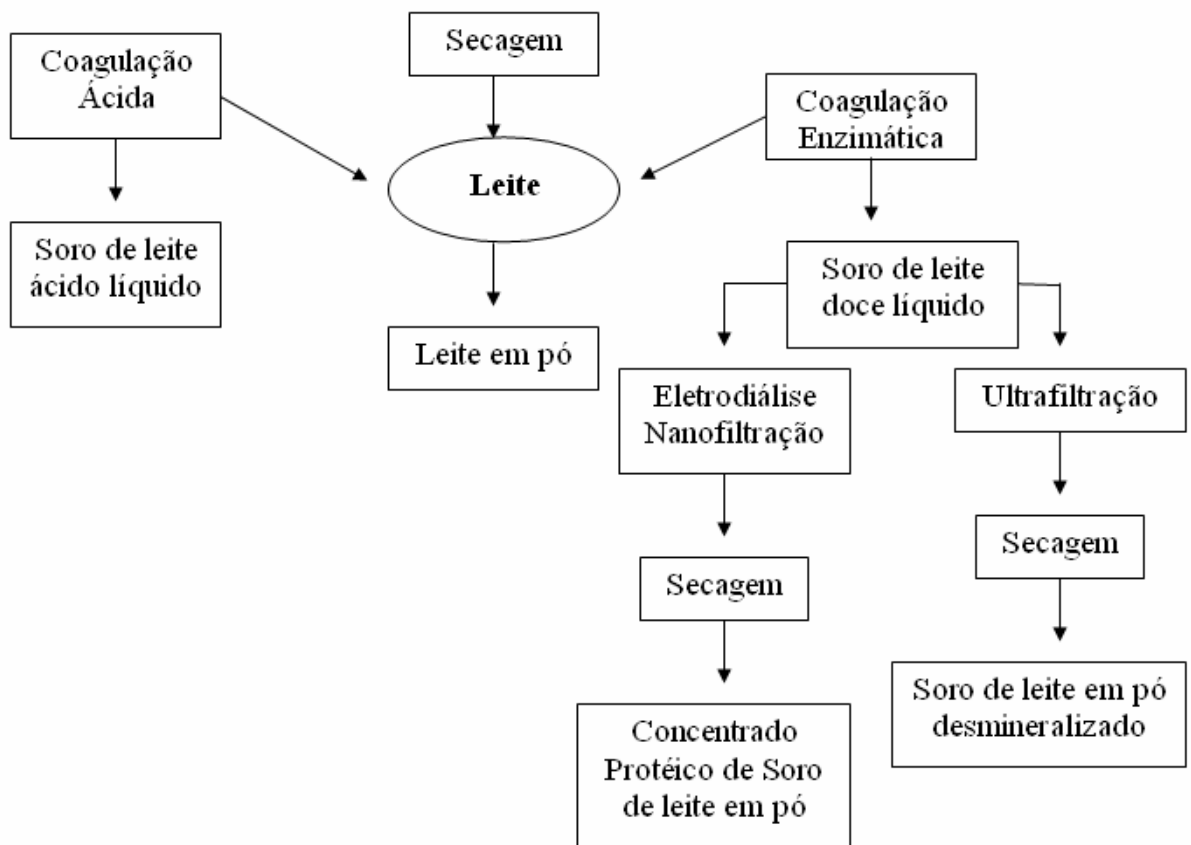


Figura 1- Diagrama de produção de diferentes produtos derivados do soro de leite.
Fonte: SILVA; BOLINI; ANTUNES, 2004.

Os Estados Unidos é o maior produtor mundial de soro de leite e derivados em pó (GONZÁLEZ SISO, 2001). O Brasil está entre os maiores importadores mundiais dos produtos de soro de leite, entretanto o potencial comercial desse ingrediente ainda não tem

sido bem explorado neste país devido ao alto custo das tecnologias para a obtenção das suas frações protéicas concentradas ou isoladas (VALDUGA et al., 2006).

Em contrapartida, pequenos e médios empresários que estão investindo nessa área ressaltam que a produção de soro de leite em pó, no Brasil, vem aumentando a cada ano, especialmente nas Regiões Sul e Sudeste. Por exemplo, a Alibra Ingredientes Ltda, empresa localizada no município de Campinas, no Estado de São Paulo (SP), produz cerca de 20 toneladas de soro de leite em pó por dia (ALIBRA, 2007).

Diversos autores sugerem diferentes tecnologias para a obtenção do soro de leite em pó e seus derivados, sendo a secagem por atomização em *spray dryer* a mais utilizada para o aproveitamento deste tipo de produto, pois neste processo os nutrientes são preservados quase que completamente (HARPER, 1994; MATTHEWS, 1984; VALDUGA et al., 2006).

Para a sua elaboração, o soro de leite pasteurizado padronizado é submetido as seguintes etapas: Osmose Reversa (OR), concentração em evaporadores convencionais e secagem em *spray dryer*. A Osmose Reversa é uma técnica de alta eficiência utilizada na concentração do soro de leite, onde parte da água (cerca de 60% do volume inicial) é retirada através de membrana. Esta filtra somente moléculas com pesos moleculares menores ou iguais aos da água, e desta forma, concentra os demais componentes do soro (proteínas, açúcares, sais minerais, etc), que apresentam peso molecular maior que o da molécula de água. Após o processo de OR, onde a concentração de sólidos aumenta de 6% para 15%, o soro “pré-concentrado”, necessita ser “ainda mais concentrado” em equipamentos de concentração convencional (evaporadores), onde atinge a concentração desejada de 50%, estando o produto apto para a secagem em *spray dryer* (ALIBRA, 2007). A Figura 2 apresenta o diagrama do processo de produção do soro de leite em pó.

Deve-se destacar que o custo relativamente alto do leite em pó desnatado tem aumentado o interesse na busca de fontes alternativas para o suprimento de sólidos não gordurosos do leite na formulação de diversos produtos (VALDUGA et al., 2006).

As características químicas, físicas e funcionais do produto final irão variar de acordo com o método de produção empregado (MATTHEWS, 1984). O soro de leite e seus produtos derivados contêm as proteínas solúveis do leite, lactose, sais minerais e residuais de caseínas e gordura. No Quadro 2 está descrita a composição físico-química média do soro de leite e seus derivados.

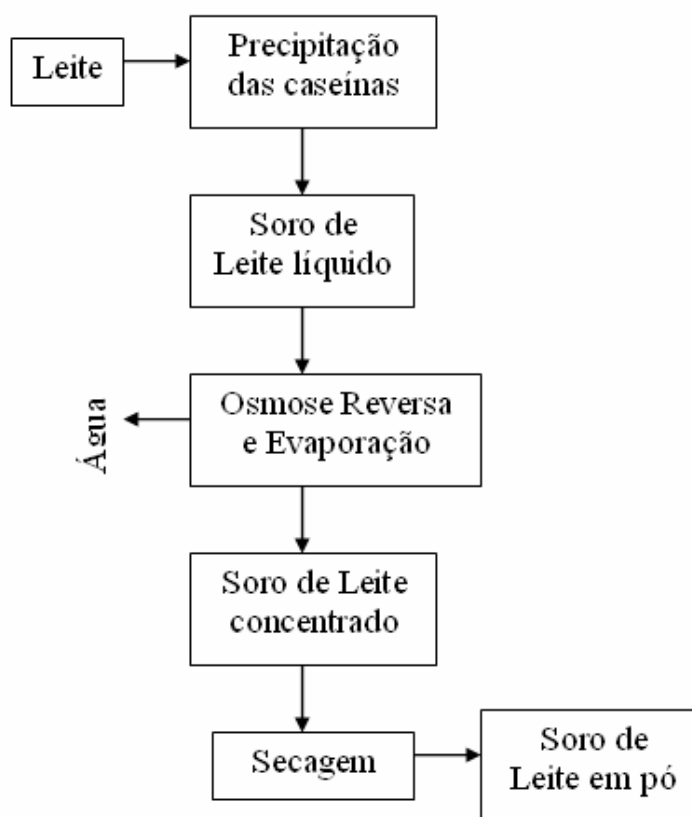


Figura 2 - Diagrama geral do processamento do soro de leite em pó.

Fonte: ALIBRA, 2007.

Componentes	Soro de leite doce	Soro de leite ácido	Soro de leite Desmineralizado
Sólidos totais (%)	96,3	95,4	96,8
Proteína bruta (%N x 6,25)	13,0	11,7	14,0
Lactose (%)	69,4	63,2	82,0
Gordura (%)	0,2	0,1	-
Cinzas (%)	8,3	10,6	0,8
pH	5,88	4,57	-

Quadro 2 - Composição físico-química média do soro de leite e seus derivados.

Fonte: EVANS, 1982; JELEN, 1979.

3.2.1 Características nutricionais e propriedades funcionais tecnológicas do soro de leite

O soro de leite doce em pó é constituído, em média, por 69% de lactose, 12,7% de proteínas, 4% de lipídios, 8,4% de minerais e 3,8% de umidade. Esse ingrediente possui elevado valor nutricional, especialmente em termos de proteínas e cálcio (USDEC NEWS, 1999).

A importância nutricional das proteínas do soro de leite na dieta humana deve-se à sua composição em aminoácidos essenciais e sua digestibilidade. As proteínas do soro de leite possuem um dos mais altos índices de valor biológico em comparação com outras fontes de proteínas, tais como: ovos, leites, carne bovina, soja e caseína, apresentando um perfil de aminoácidos próximo aos padrões de necessidades recomendados. São compostas por duas frações principais: α -lactoalbumina e β -lactoglobulina, que representam 70 a 80% das proteínas presentes no soro de leite. A primeira fração se destaca em relação às suas propriedades específicas, apresentando de 23 a 25% de aminoácidos de cadeia ramificada, a maior concentração já presente em uma proteína (BOUNOUS, 2000; KINEKAWA; KITABATAKE, 1996; RICHARDS, 2002).

As proteínas do soro de leite podem ser classificadas em proteínas de metabolização rápida ou *fast metabolizing proteins*, uma vez que são altamente digeríveis e rapidamente absorvidas pelo organismo, estimulando a síntese de proteínas sanguíneas e teciduais, sendo adequadas em situações de estresses metabólicos, nos quais a reposição de proteínas no organismo se torna emergencial (BOIRIE; DANGIN; GACHON, 1997; SGARBIERI, 2004).

Segundo Markus et al. (2000), dietas contendo proteínas do soro de leite enriquecidas com α -lactoalbumina, alteram a razão plasmática de triptofano e outros aminoácidos neutros, modulando a atividade de serotonina cerebral, promovendo a melhoria do humor e o aumento da capacidade cognitiva em humanos vulneráveis ao estresse.

Uma das particularidades das proteínas do soro de leite é a sua riqueza em aminoácidos que contenham cadeia ramificada (isoleucina, leucina e valina) e enxofre na cadeia lateral (cisteína e metionina). Os primeiros são importantes constituintes das proteínas musculares. Estudo afirmou que a suplementação nutricional com estes tipos de aminoácidos em desportistas, previne a degradação protéica e a perda de massa muscular associada ao exercício intenso e de longa duração (SGARBIERI, 2004).

A cisteína é o aminoácido que limita a síntese intracelular de glutathiona (L- γ -glutamil-L-cisteinil-licina), tripeptídeo envolvido em mecanismos antioxidantes. Segundo Bounous

(2000), a concentração tecidual de glutathiona é significativamente aumentada pela ingestão de proteínas do soro. Esta ação está diretamente envolvida com as atividades promotoras da resposta imune e anticancerígenas.

Várias funções ou atividades fisiológicas têm sido descobertas ou atribuídas às proteínas e aos peptídeos secundários do soro de leite (peptídeos bioativos). Estes componentes podem aumentar a proteção passiva contra infecções, modular processos digestivos e metabólicos, e ainda atuar como fatores de crescimento para diferentes tipos de células, tecidos e órgãos (DAVIS, 2004).

Evidências científicas ressaltam as propriedades fisiológicas e funcionais das proteínas do soro de leite em animais de experimentação e, provavelmente, na espécie humana, destacando o seu papel na modulação metabólica e/ou inibição ou retardamento de processos patológicos ou de envelhecimento precoce (SGARBIERI, 2004; UDESC NEWS, 2000). Pesquisas indicam que certos componentes do soro de leite podem ter um impacto positivo sobre a saúde cardiovascular (MARKUS et al., 2000; COSTA, 2004).

Os componentes bioativos do soro de leite com potencial para serem usados em produtos comerciais incluem α -lactalbumina, β -lactoglobulina, albumina sérica bovina, imunoglobulinas, lactoferrina e a lactoperoxidase, podendo ser aproveitados em produtos nutracêuticos ou antimicrobianos (USDEC NEWS, 2000).

Estudos realizados na Austrália sugerem que dietas ricas em proteínas do soro de leite têm um efeito bastante significativo na diminuição da incidência de tumores cancerígenos de cólon, induzidos quimicamente em ratas em comparação com outras dietas experimentais que contém proteínas de caseína, de carne ou de soja (McINTOSH, 1995).

O soro de leite em pó também é considerado uma boa fonte de cálcio, fósforo e magnésio, mantendo a mesma proporção cálcio-fósforo presente no leite. Esses sais minerais são importantes na formação dos ossos e dentes (RENNER; ABDEL-SALAM, 1991; GUIMARÃES, 2006).

O cálcio é o mineral mais abundante, sendo necessário ao corpo humano, pois regula muitas funções metabólicas importantes, tais como contração e relaxamento muscular, coagulação do sangue, transmissão dos impulsos nervosos, ativação das reações enzimáticas e estimulação da secreção hormonal. É fundamental para o crescimento, manutenção das funções do organismo e reprodução durante toda a vida, ajuda na prevenção da osteoporose, doença caracterizada por perda da massa óssea e deterioração do tecido ósseo, conduzindo à fragilidade do osso e ao aumento do risco de fraturas (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2002).

O fósforo e o magnésio juntamente com o cálcio, mantêm a integridade natural do esqueleto. São necessários íons de cálcio e fosfatos em quantidades proporcionais para a mineralização óssea. A relação cálcio/fósforo na dieta é sugerida pela proporção destes elementos no osso que é de 2,2/1,0 por peso, e sua importância é destacada em dietas que prevêm um incremento no crescimento ou em certas patologias (hipocalcemia, osteoporose, formação de pedras renais e calcificação de tecidos moles) (COZZOLINO, 2005; MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2002). Segundo Farias (2003), uma dieta rica em fósforo, pode reduzir a absorção intestinal de cálcio, e uma elevada relação cálcio/fósforo na dieta, se associa a uma massa óssea mais forte.

A biodisponibilidade do cálcio é similar na maioria dos alimentos, no entanto sofre influência de outros fatores da dieta, como a presença de "moduladores" (ácidos fítico, oxálico e fibras) da absorção e/ou utilização deste elemento. Da mesma forma, aspectos próprios de cada indivíduo podem influir sobre este aspecto e, conseqüentemente, sobre o metabolismo ósseo (FAIRWEATHER-TAIT; TEUCHER, 2002). Entretanto, quando se avalia a fonte de cálcio, a quantidade é mais importante que a biodisponibilidade em si (COZZOLINO, 2005).

Ainda é muito pequeno o consumo de cálcio entre a população mundial. No Brasil, um levantamento realizado pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) mostrou que o mineral é consumido em boa dosagem apenas por 10% da população. Os outros 90% têm deficiência da substância na dieta alimentar (PALLAORO, 1997).

A osteoporose está se tornando uma das principais preocupações dos pesquisadores, já que a presença dos alimentos fonte de cálcio está desaparecendo da dieta das crianças e adolescentes brasileiros. O consumo de cálcio deve ser freqüente em todas as etapas da vida, com ênfase na infância e adolescência, apesar de começar a ocorrer uma diminuição progressiva da massa óssea somente por volta dos 45 anos de idade (BATTESTIN, 2002).

Dados de um estudo conduzido com mais de 5.500 mulheres de vários países, todas com 50 anos de idade ou mais, mostrou que a ingestão de quantidade adequada de cálcio através do consumo de leite, soro de leite e produtos lácteos diminuiu o número de fraturas no quadril em 35% (USDEC NEWS, 2004).

Sugere-se que as mulheres tenham um consumo de cálcio de 1.000 a 1.500 mg/dia bem antes da menopausa para prevenir o surgimento da osteoporose (MORTENSEN; CHARLES, 1996; NAP, 1997). Estudos mostram que esse mineral desempenha um papel protetor essencial contra a hipertensão, hipertensão gestacional e câncer de cólon-retal (RANHOTRA; GELROTH; LEINEN, 2000).

O consumo adequado de cálcio também é crucial para um pico de massa óssea durante as fases de crescimento (CARTER; WHITING, 1997; ULRICH et al., 1996). Até os 20 anos de idade, o acúmulo de cálcio no esqueleto é de aproximadamente 150 mg/dia, na maturidade a quantidade de cálcio permanece constante, porém em mulheres menopausadas aumenta a renovação e diminui a formação óssea em cada unidade de remodelação, levando à perda de massa óssea. Esse fato está associado a fraturas em ambos os sexos, mas especialmente em mulheres. O risco de desenvolver osteoporose na vida adulta depende especialmente da massa óssea máxima alcançada na idade jovem (CASHMAN, 2002; LANZILLOTTI et al., 2003).

A DRI (*Dietary Reference Intakes*, “Ingestão Dietética de Referência”) propõe uma ingestão de cálcio de 210-270 mg/dia para a primeira infância; 500-800 mg/dia para crianças entre um e oito anos; 1300 mg/dia para indivíduos de 9 a 18 anos; e a partir de 19 anos, uma ingestão de 1000-1200 mg/dia, sendo que na gestação e lactação recomenda-se 1000-1300 mg/dia (USDA, 2004).

Se houver deficiência de cálcio na alimentação, o organismo tende a manter seus níveis sanguíneos de três formas: diminuindo a excreção, aumentando a absorção e retirando dos ossos, podendo prejudicar a estrutura óssea, provocar raquitismo, retardamento do crescimento, falhas no mecanismo de coagulação do sangue, distúrbios nervosos, contrações musculares convulsivas e osteoporose (BATTESTIN, 2002).

Do ponto de vista tecnológico, as proteínas do soro de leite exibem propriedades funcionais importantes que irão melhorar as características sensoriais dos produtos alimentícios (CAVALHEIRO, 2007; DIAS, 2004).

Avanços nas técnicas de separação e isolamento das frações protéicas, tais como as precipitações seletivas ácidas, conjugadas com temperaturas, uso de membranas (microfiltração, osmose reversa, ultrafiltração, etc), enzimas e a combinação entre esses métodos, estão permitindo elaborar ingredientes lácteos com características específicas, para cada tipo de alimento.

As propriedades funcionais das proteínas estão relacionadas com o seu comportamento físico-químico em sistemas de alimentos durante a preparação, o processamento, o armazenamento e o consumo, ou seja, aquelas propriedades (textura-reologia, cor, aroma, absorção ou ligação de água e estabilidade) que, em conjunto, afetam os atributos organolépticos e de qualidade final dos produtos (ANTUNES, 2003; FOX; MCSWEENEY, 1998).

Fatores intrínsecos e extrínsecos podem influenciar as propriedades funcionais das proteínas do soro de leite. Entre os primeiros, encontram-se a composição de aminoácidos e a

disposição dos seus resíduos na molécula protéica, a conformação da proteína, o tamanho, a forma e a hidrofobicidade molecular, a carga líquida, os substituintes químicos e os grupos sulfidrílicos. Entre os fatores extrínsecos, estão os métodos de preparação, isolamento, secagem, armazenamento, grau de refino e purificação, conteúdo e concentração de proteína, condições ambientais, temperatura e pH (ANTUNES, 2003).

Dentre as propriedades funcionais das proteínas do soro de leite, as mais importantes são: solubilidade, capacidade de retenção de água, emulsificação e estabilização de emulsões, formação e estabilização de espuma e geleificação (KILARA, 1996; OTTE et al.,1996).

A solubilidade é um pré-requisito para as outras propriedades funcionais, tais como capacidade espumante, de emulsificação e de geleificação. Ela indica o percentual de proteína em uma amostra que se dispersa na forma de solução ou suspensão coloidal, sob condições específicas, e não é sedimentada por forças centrífugas moderadas. Geralmente, é expressa em termos de solubilidade de nitrogênio, que pode ser obtida a partir das determinações deste elemento, efetuadas antes e após a centrifugação (VENTER; MCGILL, 1987).

Matematicamente, o grau de solubilidade de uma proteína pode ser expressa como a quantidade de proteínas presente na fase líquida em relação à quantidade total de proteínas nas fases líquida e sólida em equilíbrio (ANTUNES, 2003).

Esta propriedade depende de muitos fatores, como a composição de aminoácidos, estado nativo ou desnaturado da proteína, tamanho molecular e proporção entre os grupos hidrofóbicos (normalmente situados na parte interna da molécula) e hidrofílicos (situados na superfície das proteínas), sendo fortemente influenciada por fatores ambientais, tais como pH, força iônica e temperatura (ANTUNES, 2003; SGARBIERI, 1998).

O pH e o conteúdo de lactose são importantes determinantes para a solubilidade após tratamentos térmicos severos. A desnaturação protéica é avaliada pela diminuição da solubilidade das proteínas do soro de leite no pH 4,6 (RENNER; ABDEL-SALAM, 1991).

Quanto à capacidade de absorção de água da proteína, ela é usualmente expressa como o percentual de água ligada em relação à massa protéica, isto é, da afinidade da proteína pela água (comportamento hidrofílico).

Alguns dos fatores que afetam a ligação da água pelas proteínas do soro de leite são: a composição de aminoácidos, a conformação da proteína, a concentração iônica, o pH e a temperatura. Essa capacidade pode ser prevista com base na composição de aminoácidos (carregados eletricamente) dessas proteínas, tendo em vista que alguns aminoácidos ligam mais água do que outros (RENNER; ABDEL-SALAM, 1991).

As proteínas do soro de leite são, em geral, muito solúveis, não se ligando, portanto, a grandes quantidades de água em sua conformação nativa. O tratamento térmico das proteínas leva as suas moléculas a se desenovelarem e a aumentar sua capacidade de retenção de água. Portanto, a maioria das aplicações de proteínas do soro como ligadoras de água ocorrerá em sistemas de alimentos que recebem suficiente tratamento térmico para desnaturar proteínas e, assim, aumentar sua capacidade de ligação de água (ANTUNES, 2003). Tem sido verificada uma correlação linear entre o percentual de desnaturação de proteínas do soro e o percentual de absorção de água (PELEGRINE; GASPARETTO, 2003).

Uma emulsão pode ser definida como uma mistura termodinamicamente instável de dois líquidos imiscíveis, sendo um dos quais disperso na forma de glóbulos no outro líquido, onde as moléculas de proteínas se difundem e são adsorvidas na interface óleo/água. Nesta propriedade é importante avaliar a capacidade de formar emulsão e a capacidade de manter a emulsão estável.

A estabilidade de uma emulsão é a habilidade de uma proteína para formar emulsão que permaneça inalterada ao longo de certo período de tempo, sob certas condições, sendo favorecida pela presença de um agente emulsificante, que diminui a tensão superficial existente e permite a formação de emulsão com mais baixo nível de energia, sendo influenciada por diversos fatores, como: concentração, solubilidade e tipo de proteína; pH, força iônica, tipos de íons, presença de hidrocolóides e açúcares (fase dispersante); tipo de óleo, presença de fosfolipídeos, ácidos graxos livres, mono e diglicerídeos, presença de outros surfactantes lipossolúveis (fase dispersa); e a incorporação de ar e viscosidade (em ambas as fases) (SGARBIERI, 1996; WAGNER, 2000).

As proteínas do soro de leite exibem propriedades de emulsificação inferiores às dos caseinatos, entretanto são menos susceptíveis a flutuações de pH que as proteínas da soja. Essas propriedades são muito fracas quando o pH está em torno de 4 e 5. Entre os fatores de composição e de características físico-químicas das proteínas do soro de leite que se correlacionam com as propriedades emulsificantes estão hidrofobicidade, solubilidade, teor de sulfidrilas livres e a concentração de β -lactoglobulina e fósforo (RENNER; ABDEL-SALAM, 1991).

A formação de espuma é análoga à formação de emulsão, isto é, as forças envolvidas quando o ar é incorporado dentro da fase aquosa são similares para aquelas na mistura de óleo/água. A diferença é a existência de pequenas bolhas de ar em vez de gotículas de óleo.

Uma espuma é um sistema bifásico no qual uma bolha de ar é envolta por uma fase lamelar líquida contínua. A propriedade espumante de uma proteína envolve a formação de

um filme protéico contínuo e elástico na interface água/ar, havendo o desdobramento parcial da proteína que pode resultar na encapsulação de bolhas de ar e na associação de moléculas protéicas, a fim de estabilizar este sistema bifásico e imiscível (PHILLIPS et al., 1990; PEDRAS, 2007; SGARBIERI, 1998).

Três atributos devem ser considerados na formação de espuma: a capacidade espumante, estabilidade da espuma e a consistência ou densidade da espuma. O primeiro atributo está relacionado ao volume de espuma formado por volume de proteína dispersa, tendo como fatores importantes a hidrofobicidade e a concentração de grupos sulfidrilas. Enquanto o segundo, refere-se à capacidade da espuma para manter o seu volume máximo por determinado período de tempo, incluindo proteínas que exibem ótimas interações intermoleculares na interface da espuma, formando uma rede contínua, coesiva e originando, freqüentemente, espumas muito estáveis (DAMODARAM, 1996; GIESE, 1994; PEDRAS, 2007).

As proteínas do soro de leite são agentes de superfície ativos úteis para uso em alimentos onde são requeridas espumas estáveis. As espumas são importantes em alguns alimentos, por exemplo, merengues, soufflés, musses, sorvetes, etc.

A propriedade de geleificação pode ser definida como um fenômeno de agregação protéica em que interações proteína-proteína e proteína-água são bem balanceadas e um gel é formado. A natureza das características do gel pode variar conforme a aplicação a que se destina. A temperatura necessária para iniciar a geleificação e a natureza do gel dependem da concentração de proteína, pH, outros ingredientes alimentares em solução e das condições de processamento (HUFFMAN, 1996).

O aumento da força do gel das proteínas do soro de leite é alcançado entre o pH 5,0 e 6,0 e valores mais baixos são encontrados, tanto em pH mais ácido (pH= 4,5) como em mais neutro (pH= 6,5). Além disso, a força do gel aumenta em valores de pH alcalino. Soluções contendo 10% de proteínas do soro de leite em pH 6,0, formam gel quando aquecidos a 80 °C, sendo que em baixos valores de pH, há agregação e precipitação das proteínas e a altos valores a geleificação ocorre a baixas temperaturas.

Dentre as frações protéicas do soro a β -lactoglobulina tem maior capacidade de geleificação que a α -lactalbumina (RODRIGUES, 2001). A geleificação de proteínas globulares tem sido investigada e pode ser produzida por tratamentos ácido ou enzimático; adição de sais e ação do calor (CLARK; LEE-TUFFNELL, 1986).

As proteínas do soro de leite estão entre as proteínas geleificantes mais usadas como ingredientes na indústria de alimentos, melhorando a consistência desses produtos pela

formação de géis termicamente induzidos. Podendo também ser aplicados para aumentar a capacidade de retenção de água e alterar a textura dos alimentos, como elasticidade, coesividade e dureza.

O Quadro 3 descreve algumas propriedades funcionais que as proteínas do soro de leite conferem aos alimentos.

Propriedade Funcional	Modo de Ação	Setor Alimentar
Solubilidade, estabilidade coloidal	Solvatação de proteínas	Bebidas
Adsorção de água e de gordura	Ligação por pontes de H à água, captação de gordura	Produtos de carne
Viscosidade	Espessante; ligação de moléculas de H ₂ O	Sobremesas
Gelificação	Formação de gel	Produtos lácteos
Coesão-Adesão	As proteínas atuam como material adesivo	Produtos de charcutaria, produtos em pasta
Elasticidade	Ligações hidrofóbicas	Panificação
Emulsificação	Formação e estabilização de emulsões de gordura	Café, sopas, formulações para crianças
Formação de espumas	Formam um filme estável para captar o gás	Confeitaria

Quadro 3 - Propriedades funcionais que as proteínas do soro de leite conferem aos alimentos. Fonte: MANGINO, 1992.

3.2.2 Soro de leite em pó na panificação

Ao longo dos últimos 20 anos, tem sido ampliado o uso do soro de leite em pó como ingrediente alimentício em diversas aplicações. Atualmente, as modernas panificadoras, bem como as grandes indústrias, têm redescoberto os benefícios do soro de leite. E, portanto esse ingrediente está sendo utilizado em larga escala em produtos tradicionais como: pães, bolos, bolachas, biscoitos, tortas, sobremesas, *cookies*, *donuts* e *waffles*.

O uso do soro de leite é permitido como ingrediente opcional em formulações de alimentos, o que não só torna possível ao fabricante reduzir o custo total do produto, como também melhorar a qualidade nutricional (USDEC NEWS, 1999).

Destaca-se que, em produtos panificados o soro doce de leite em pó tem substituído em grande escala o leite em pó desnatado na maioria das formulações. Podendo também ser utilizado para substituir clara de ovo e ovo inteiro nesses produtos, pois apresenta baixo teor de gordura e, portanto de colesterol. Ao substituir os ovos de formulações de *cookies*, melhora a cor, o sabor e as características de emulsificação desses produtos (MING, 2002; USDEC NEWS, 1999; USDEC NEWS, 2000; USDEC NEWS, 2003; VITTI, 1981).

A utilização do soro de leite em pó em produtos de panificação intensifica o desenvolvimento da cor durante o cozimento e forneamento a alta temperatura, melhorando o aroma, sabor e textura, além de aumentar o volume dos pães (RÉVILLION et al., 2000; VITTI, 1981). É verificado ainda, um aumento na absorção de água, melhoria na qualidade do produto final e nas propriedades de manipulação da massa, durante a mistura, como também retardo na perda de umidade ou no processo de envelhecimento e, conseqüentemente, extensão na vida útil desses produtos (ERDOGDU-ARNOCZKY; CZUCHAJOWSKA; POMERANZ, 1996; KADHARMESTAN; BAIK; CZUCHAJOWSKA, 1998).

O enriquecimento de produtos panificados com soro de leite e suas frações (em pó ou concentrados) têm mostrado importantes melhorias, tanto nas características nutricionais e sensoriais quanto nas propriedades funcionais de pães enriquecidos.

Em termos de cálcio, a adição de soro de leite em pó é importante para um incremento no valor nutricional de pães, visto que, na farinha de trigo, principal ingrediente da panificação, esse mineral é encontrado em menor concentração (20 mg/100g) e com menor biodisponibilidade (OLIVEIRA; MARCINI, 1998). Com relação às proteínas, há um incremento no conteúdo de aminoácidos essenciais tais como: lisina, metionina, isoleucina e triptofano.

Ranhotra; Gelroth e Leinen (2000) estudaram a utilização de duas diferentes fontes de cálcio (carbonato de cálcio e cálcio lácteo) na fortificação de pães e, concluíram que esse enriquecimento permitiu classificar estes produtos como alimentos fontes de cálcio, e que tanto o cálcio na forma de bicarbonato como o fornecido pelo soro de leite em pó apresentaram níveis similares de absorção e utilização.

Davis (2004) mostrou o efeito positivo das proteínas do soro de leite, quando utilizadas em produtos à base de grãos. O resultado dessa combinação foi à obtenção de produtos ricos em fibras, com altos níveis de aminoácidos de cadeia ramificada (leucina, isoleucina e valina) e com excelente fonte de cálcio biodisponível.

Em outro estudo, Guilherme e Jokl (2005) utilizaram farinhas mistas (farinha de trigo e fubá) adicionadas de isolado protéico de soja e soro de leite em pó para a produção de biscoitos e observaram aumento nutricional e melhoria nas características sensoriais e físico-químicas desses produtos.

Azevedo (2007) adicionou 5% de soro de leite em pó à formulação de pão de forma, obtendo um produto final com boa aceitação sensorial e melhoria nas características nutricionais, em relação aos teores de proteínas, cálcio e fósforo. Também foi verificado que a aplicação de soro de leite em pó, acima da concentração de 5%, reduziu a capacidade de absorção de água da massa, resultando em produto final com baixa umidade.

Quanto ao aspecto tecnológico, alguns estudos afirmaram que a incorporação de proteínas do soro de leite, em altas concentrações e não tratada termicamente, à massa de pães têm prolongado o tempo de mistura e reduzido a capacidade de absorção de água, conseqüentemente diminuído o volume do produto final (ERDOGDU-ARNOCZKY; CZUCHAJOWSKA; POMERANZ, 1996; MELACHOURIS, 1984).

3.3 Efeitos do tratamento térmico sobre as proteínas do soro de leite

A desnaturação protéica pelo calor refere-se a qualquer alteração na sua conformação secundária, terciária ou quaternária que não seja acompanhada de ruptura das ligações covalentes envolvidas em sua estrutura, resultando em uma conformação final, polipeptídica, total ou parcialmente desnaturada (PEDRAS, 2007).

As formas de tratamento térmico comumente usado na indústria de alimentos (pré-aquecimento, pasteurização e esterilização), afetam reversível ou irreversivelmente a estrutura

e as propriedades funcionais das proteínas do soro de leite, permitindo a exposição dos seus resíduos de aminoácidos (RELKIN, 1996). As mudanças reversíveis, geralmente ocorrem em temperatura de até 60 °C e são atribuídas a transições de pré-desnaturação causadas por perda parcial da estrutura tridimensional. Os efeitos irreversíveis podem ocorrer acima da temperatura de desnaturação, resultando em redução da solubilidade da proteína, pois há mudança na estrutura nativa, que é solúvel em água, compactada, dobrada e estável, para uma forma desnaturada, desdobrada e insolúvel. Esses efeitos são influenciados pelas condições ambientais, tais como: pH, força iônica e concentração protéica (KENNY et al., 2001; PELEGRINE; GASPARETTO, 2003; PEDRAS, 2007).

Os efeitos da desnaturação térmica, a agregação da proteína com Ca^{+2} , bem como a interação com lactose e lipídios polares promove uma redução na solubilidade das proteínas do soro, afetando de maneira desfavorável as características geleificantes, espumantes e emulsificantes das proteínas do soro (PELEGRINE; GASPARETTO, 2003).

As proteínas do soro de leite podem formar géis viscoelásticos com o aquecimento, sendo este responsável por sua desnaturação inicial ou desdobramento da molécula protéica. As cadeias desdobradas interagem através de reações cadeia-cadeia e cadeia-solvente-mediador para a formação do gel. As características dos géis formados dependem fortemente do conteúdo de proteína não desnaturada. A β -lactoglobulina é a proteína do soro mais importante na geleificação térmica, e na temperatura de 70 °C a 75 °C tem aumentado enormemente sua capacidade de formação de géis fortes (PEDRAS, 2007; SGARBIERI, 1996).

A desnaturação térmica das proteínas do soro de leite contribui para a perda da sua capacidade espumante e emulsificante. O tratamento térmico excessivo tem efeito prejudicial sobre a capacidade de emulsificação, entretanto a desnaturação controlada pode melhorar essa capacidade (RENNER; ABDEL-SALAM, 1991). Em geral, proteínas desnaturadas melhoram a estabilidade de espuma, enquanto as não desnaturadas, embora formem espumas de características satisfatórias, as estabilizam com menor eficiência (ANTUNES, 2003).

Na formação da emulsão, a migração da proteína da solução para a interface óleo/água é termodinamicamente favorável porque certa energia conformacional e de hidratação da proteína é perdida em tal interface, e atingida esta etapa a maioria das proteínas sofre um desdobramento, uma reorientação e se espalha para formar um filme contínuo e coesivo (PHILLIPS, 1981). A flexibilidade da proteína também é importante, já que ela determina a sua habilidade de desnaturar na interface óleo/água (MCCRAE et al., 1999). Melhorias nas

propriedades emulsificantes podem ser conseguidas por procedimentos que modificam a estrutura da proteína (PITTIA et al., 1996).

Das frações protéicas do soro de leite, a α -lactalbumina é considerada a mais estável ao tratamento térmico, pois apresenta um alto percentual de renaturação após o resfriamento. Chaplin e Lyster (1986) relataram que a α -lactalbumina em solução, quando aquecida a 77 °C e submetida ao resfriamento imediato, apresenta 10% de desnaturação irreversível. O mesmo procedimento com um tratamento de 95 °C resulta em 60% de desnaturação irreversível. A desnaturação da α -lactalbumina ocorre a 66 °C. Com o aquecimento podem se formar espécies monoméricas não nativas, dímeros e grandes agregados (COSTA, 2004).

Com o aquecimento, as proteínas do soro de leite se precipitam na seguinte ordem: primeiro as imunoglobulinas, seguida pela β -lactoglobulina, albumina sérica e α -lactalbumina, seguindo as temperaturas de desnaturação. A β -lactoglobulina nativa é sensível às variações na temperatura e pH. Abaixo de 2 °C e em pH entre 3,7 e 5,0 a proteína se arranja na forma de octâmeros, ao passo que acima de 40 °C, ela novamente começa a se dissociar em monômeros. Temperaturas acima de 65 °C promovem desnaturação nessa proteína, que é acompanhada por alterações conformacionais e exposição de grupos reativos de regiões hidrofóbicas, podendo ocorrer agregação entre monômeros ou outras frações protéicas (HAVEA et al., 2001).

Diversos modelos, com diferentes graus de complexidade, tentam explicar a desnaturação térmica da β -lactoglobulina, sendo o mais aceito aquele que envolve a dissociação dos dímeros em monômeros, seguido da perda da estrutura globular e agregação por formação de pontes dissulfídicas e interações não covalentes intra ou intermoleculares (HONG; CREAMER, 2002).

Com o aumento da intensidade do tratamento térmico, o valor nutritivo das proteínas é negativamente afetado pelo resultado de alterações indesejáveis, tais como desaminação, desfosforilação, destruição parcial de aminoácidos (cisteína) e reação de Maillard, perda da solubilidade, causada pela formação de agregados protéicos, e alteração das características sensoriais (KORHONEN et al., 1998; VAN BOEKEL, 1999).

A modificação térmica das proteínas do soro de leite para melhorar a sua funcionalidade, em produtos à base de trigo, tem sido objeto de extensas pesquisas (COCUP; SANDERSON, 1987). Harper e Zadow (1984) reportaram que a desnaturação parcial das proteínas do soro de leite melhora a qualidade de pães, enquanto que altos níveis de desnaturação são deletérios para a qualidade desses produtos. Por outro lado, Kulp et al (1988) afirmaram que o alto tratamento térmico às proteínas do soro de leite teve um efeito

mais significativo na melhoria da qualidade de pães e no prolongamento do frescor destes produtos. Além disso, outro estudo mostrou que o tratamento térmico aplicado às proteínas do soro ácido aumentou o volume e reduziu a taxa de envelhecimento dos pães (ERDOGDU-ARNOCZKY; CZUCHAJOWSKA; POMERANZ, 1996).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Aspectos Éticos do Estudo

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) (CEP/protocolo n. 0084), conforme Resolução 196/96, de 10 de outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

4.2 Local de execução

As análises do soro de leite em pó e dos pães de forma elaborados foram conduzidas nos seguintes laboratórios: Bioquímica, Análise Química, Microbiologia e Análise Sensorial de Alimentos localizados no Centro de Tecnologia (CT), como também no laboratório de Bromatologia localizado no Centro de Ciências da Saúde (CCS). Os pães de forma foram elaborados na Padaria Piloto, no CT. Todos os laboratórios estão localizados no campus I da UFPB.

4.3 Avaliação microbiológica e físico-química do soro de leite em pó

Uma amostra indicativa de soro de leite em pó foi submetida às seguintes análises microbiológicas: contagem total de bactérias aeróbias mesófilas, contagem de bolores e leveduras, contagem de *Staphylococcus aureus*, determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes e pesquisa de *Salmonella*. As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com a metodologia recomendada pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2003).

Na avaliação físico-química do soro de leite em pó foram determinados: pH (017/IV), acidez, expresso em ácido láctico (016/IV), umidade (012/IV), resíduo mineral fixo ou cinzas

(018/IV), lipídios (032/IV), proteínas (fator de conversão nitrogênio/proteína igual a 6,38) (036/IV), cálcio (396/IV) e cloretos (028/IV), conforme metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL) (BRASIL, 2005b). O teor de fósforo foi determinado de acordo com Rangana (1979), e carboidratos (lactose), por diferença. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.4 Ingredientes e elaboração dos pães de forma

O soro de leite em pó utilizado nesta pesquisa foi proveniente da coagulação enzimática, sendo caracterizado como “soro doce”. Este ingrediente lácteo foi fornecido pela empresa ALIBRA Ingredientes Ltda (ALIBRA, 2007), localizada no município de Campinas-SP. Os demais ingredientes (farinha de trigo especial, fermento biológico seco instantâneo, açúcar cristal, gordura vegetal hidrogenada e sal) utilizados na elaboração dos pães de forma foram adquiridos em supermercado local, na cidade de João Pessoa- PB.

O processo de elaboração do pão de forma convencional (0% de soro de leite em pó) seguiu a formulação descrita no Quadro 4, sendo a farinha de trigo utilizada como base para determinação das porcentagens dos demais ingredientes adicionados à massa.

INGREDIENTES	QUANTIDADE	QUANTIDADE
	(g/mL)	(%)
Farinha de trigo especial	1000	100
Açúcar cristal	60	6
Gordura vegetal hidrogenada	30	3
Fermento biológico seco instantâneo	10	1
Sal	17	1,7
Água	550	55

Quadro 4 - Formulação do pão de forma convencional (0% de soro de leite em pó).

Fonte: Adaptada de MACIEL et al., 2003.

A formulação do pão de forma convencional foi modificada pelo acréscimo de soro de leite em pó, nas concentrações 5; 7,5 e 10%. Este ingrediente foi adicionado conforme dois procedimentos distintos: no primeiro, o soro de leite, na forma seca, foi misturado diretamente à farinha (SLP); e no segundo, foi dissolvido em água, submetido a tratamento térmico (80 °C/10 minutos) e resfriamento (10 °C) (SLPT).

Sete formulações distintas de pães de forma foram elaboradas, sendo assim descritas: PC: pão de forma convencional; PSLP 5%, PSLP 7,5% e PSLP 10%: pães de forma com soro de leite em pó, adicionado diretamente à farinha, nas concentrações 5%; 7,5% e 10%, respectivamente; PSLPT 5%, PSLPT 7,5% e PSLPT 10%: pães de forma com soro de leite em pó, dissolvido e tratado termicamente, nas mesmas concentrações citadas anteriormente (Figura 3).

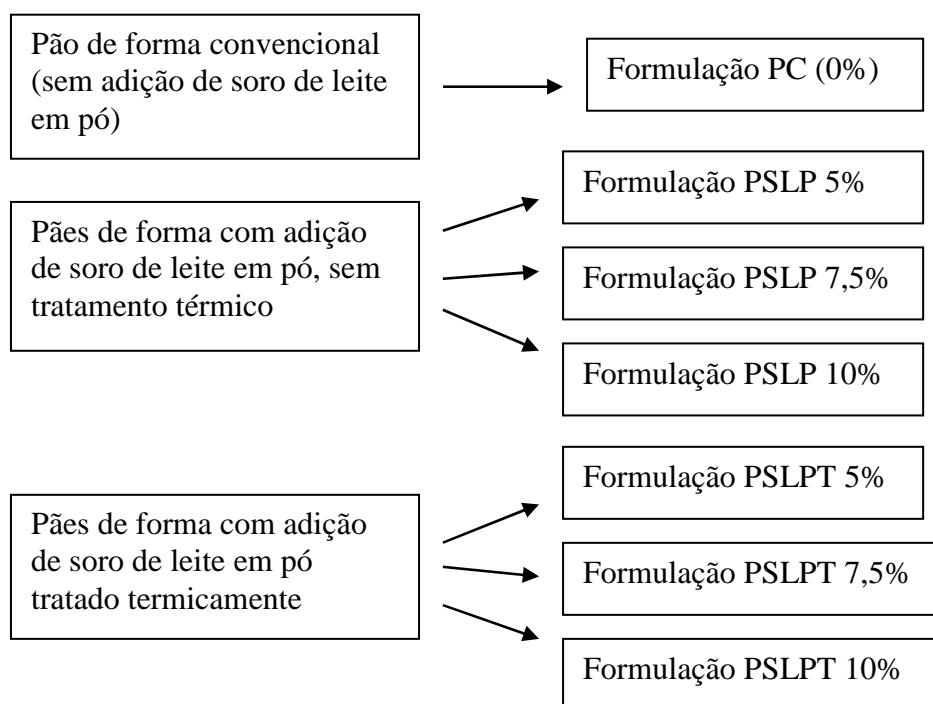


Figura 3 – Diagrama geral das formulações de pães de forma elaboradas.

A Figura 4 apresenta-se o diagrama do processo de elaboração dos pães de forma.

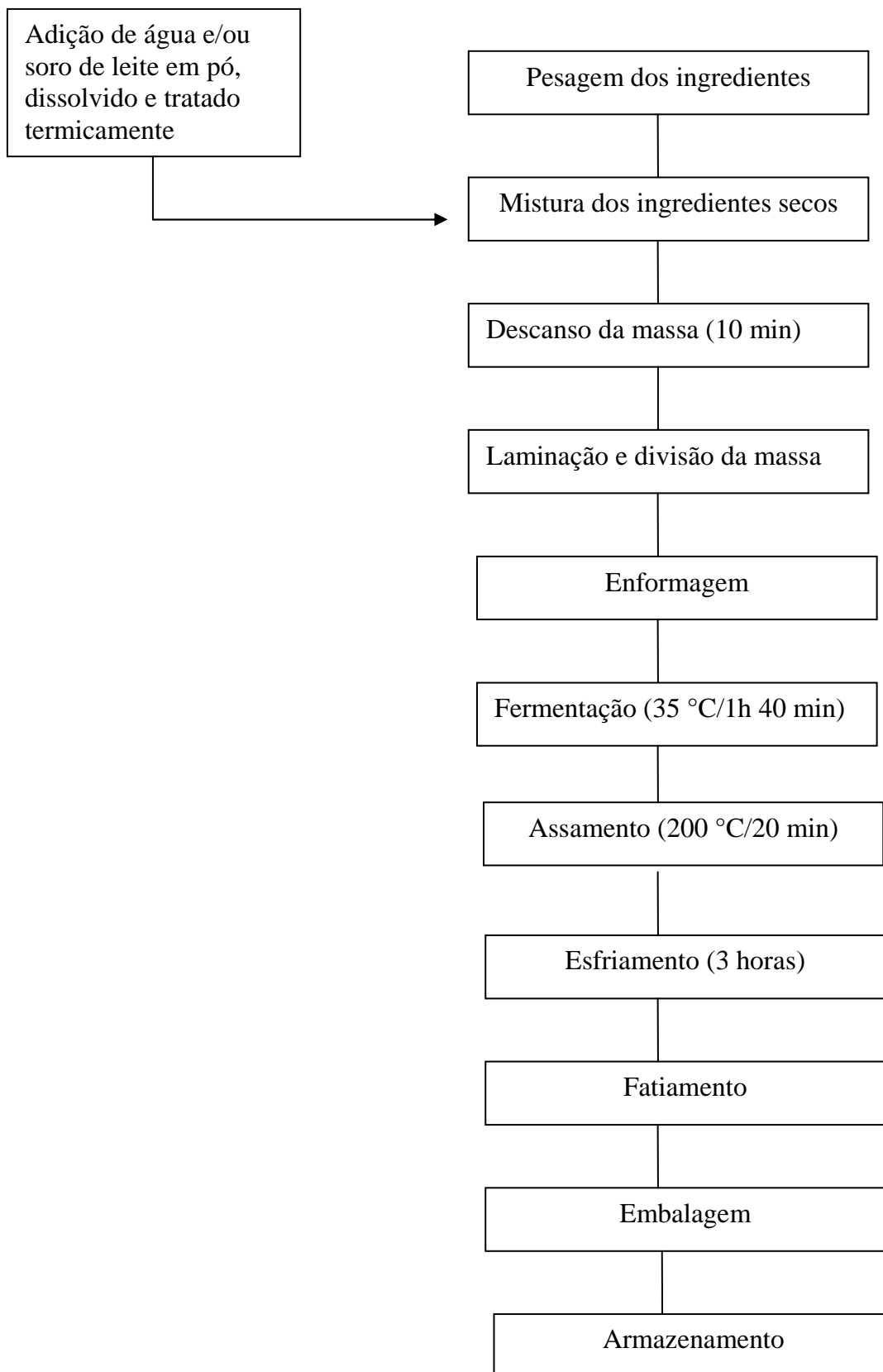


Figura 4 - Diagrama do processo de elaboração dos pães de forma.

Todos os ingredientes secos foram homogeneizados em um misturador tipo espiral, na velocidade lenta por 15 minutos (até atingir o ponto de véu), sendo feita a adição de soro de leite em pó tratado termicamente e/ou água. Em seguida, a massa que se encontrava com temperatura de 24 °C foi boleada e submetida a descanso por 10 minutos, sendo posteriormente, dividida em unidades de 750 g. Após a modelagem manual, porções individuais foram colocadas em formas (22 x 11 cm) previamente untadas com gordura vegetal hidrogenada e transportadas até a câmara de fermentação, permanecendo por, aproximadamente 1 hora e 40 minutos, a 35 °C. Os pães foram assados a 200 °C por 20 minutos, e após três horas de resfriamento foram fatiados, embalados em sacos plásticos de polietileno e armazenados à temperatura ambiente até a realização das análises.

4.5 Avaliação microbiológica dos pães de forma

Amostras indicativas de todas as formulações de pães de forma elaboradas foram submetidas às seguintes análises microbiológicas: contagem de bactérias aeróbias mesófilas, contagem de bolores e leveduras e determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes (BRASIL, 2003).

4.6 Avaliação físico-química dos pães de forma

As amostras de pães elaborados a partir das sete formulações foram submetidas às determinações de pH, acidez, volume específico e umidade. O pH foi determinado em potenciômetro da marca WTW-Germany, modelo 330i, previamente calibrado, operando-o de acordo com as instruções do fabricante, e a acidez por titulação com solução de NaOH 0,1 N/10g de pão até pH 8,5, sendo expressa como a quantidade, em mL, de NaOH 0,1N consumido por 10g de pão (HERVÉ ROBERT et al., 2006). O volume foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço e o volume específico calculado pela relação entre o volume do pão assado e o seu peso, obtido pelo emprego de balança semi-analítica. A determinação do volume específico foi realizada uma hora após o cozimento dos pães e os resultados expressos em cm^3g^{-1} (GUTKOSKY et al., 2007) e a umidade por secagem em

estufa a 105 °C, até peso constante (012/IV, método IAL) (BRASIL, 2005b). Todas as análises foram realizadas em cinco repetições, ou seja, a partir de cada formulação elaboraram-se cinco pães de forma, em dias diferentes, de cada concentração e forma de adição do soro de leite em pó, sendo as amostras analisadas em triplicata.

4.7 Avaliação sensorial dos pães de forma

Os pães foram submetidos aos testes sensoriais 24 horas após seu processamento. Os testes foram realizados em cabines individuais sob luz branca e as amostras foram servidas em pratos brancos descartáveis codificados com números de três dígitos aleatórios acompanhadas de um copo com água mineral, fichas de avaliação (Figuras 5 e 6) e caneta esferográfica. Os provadores foram orientados a fazer uso da água, entre uma amostra e outra (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002).

4.7.1 Teste de Comparação Pareada-Preferência

Trinta e cinco provadores não treinados avaliaram sensorialmente a preferência dos pães de forma em três etapas: 1) foram julgados dois pares de amostras, contendo soro de leite em pó sem tratamento térmico (PSLP 5% e PSLP 7,5%; PSLP 5% e PSLP 10%); 2) foram julgados dois pares de amostras contendo soro de leite em pó, dissolvido e tratado termicamente (PSLPT 5% e PSLPT 7,5%; PSLPT 5% e PSLPT 10%); 3) foi julgado um par de amostras, constituído pelas formulações preferidas na primeira e segunda etapas. Em cada etapa, quando não foi verificada a preferência, optou-se pela amostra de pão de forma com maior concentração de soro de leite em pó. Foi solicitado ao julgador inferir a escolha de uma amostra sobre a outra, de forma geral, bem como comentar a respeito das amostras preferidas ou não (Figura 5).

Nome: _____ Data: ___ / ___ / ___		
Produto: Pão de forma		
Por favor, avalie as duas amostras codificadas, da esquerda para a direita e assinale a que você prefere.		
Assinale a amostra		
Amostras	Preferida	Comentários:
XXX	<input type="checkbox"/>	_____
YYY	<input type="checkbox"/>	_____

Figura 5 - Ficha de avaliação utilizada no teste sensorial de comparação pareada-preferência. Fonte: FARIA;YOTSUYANAGI, 2002.

4.7.2 Teste de Aceitação

Todas as amostras de pães foram submetidas a Teste de Aceitação por escala hedônica de nove pontos, com escores variando de 9 “gostei extremamente” a 1 “desgostei extremamente” (165/IV, método IAL), conforme Brasil (2005b). Este teste foi conduzido com 50 consumidores não treinados, que avaliaram a aceitação de cada amostra de forma global (Figura 6).

O critério adotado para aceitação dos pães foi a obtenção de médias superiores a 5 equivalente ao termo hedônico “não gostei e nem desgostei” (BÁRCENAS; ROSELL, 2006).

Nome: _____	Sexo: ___	Idade: _____
Data: ___/___/___		
Avalie a amostra recebida em relação à aparência, cor, aroma, sabor e textura, em seguida descreva o quanto gostou ou desgostou, utilizando a escala abaixo.		
(9) gostei extremamente		
(8) gostei moderadamente		
(7) gostei regularmente		
(6) gostei ligeiramente		
(5) não gostei, nem desgostei _____ ()		
(4) desgostei ligeiramente		
(3) desgostei regularmente		
(2) desgostei moderadamente		
(1) desgostei extremamente		
Comentários: _____		

Figura 6 - Ficha de avaliação utilizada no teste sensorial de aceitação.

Fonte: ABNT, NBR 14141, 1998.

4.8 Avaliação da composição química dos pães de forma com soro de leite em pó selecionados

Amostras de pães de forma selecionadas nos testes sensoriais foram submetidas as seguintes análises: umidade, por secagem em estufa a 105 °C até peso constante (012/IV, método IAL); cinzas, por carbonização seguida de incineração em forno mufla estabilizado a 550 °C (437/IV, método IAL); lipídios, por extração com solvente (hexano) em extrator tipo *Soxleth* por aproximadamente 10 horas (032/IV, método IAL); proteínas, pelo método padrão de *Kjeldhal*, com fator de conversão nitrogênio/proteína igual a 5,74 (036/IV, método IAL); carboidratos, por diferença; cálcio, por volumetria com EDTA (396/IV, método IAL); cloretos, por titulação com nitrato de prata (028/IV, método IAL) (BRASIL, 2005b) e fósforo, por espectrofotometria, utilizando o método clássico colorimétrico do molibdato de amônio em comprimento de onda de 660 nm (RANGANNA, 1979). Todas as análises foram realizadas em três repetições, ou seja, a partir de cada formulação elaboraram-se três pães de forma, em dias diferentes, de cada concentração e forma de adição do soro de leite em pó, sendo as amostras analisadas em triplicata.

4.9 Análise Estatística

Inicialmente, foi realizada análise descritiva nos dados obtidos das análises físico-químicas do soro de leite em pó e dos pães de forma elaborados, utilizando medidas como média e desvio padrão.

Em seguida, foi verificada a prevalência da distribuição normal e homocedasticidade nos resultados de cada tratamento (PC, PSLP 5%, PSLP 7,5%, PSLP 10%, PSLPT 5%, PSLPT 7,5% e PSLPT 10%), sendo aplicados os testes de Lilliefors e de Levene, respectivamente. Entretanto, a hipótese de normalidade foi rejeitada em algumas amostras (PSLP 5%, PSLP 7,5%, PSLPT 5%, PSLPT 7,5%). Dessa forma, procedeu-se ao estudo comparativo através do teste não paramétrico de Wilcoxon-Mann-Whitney para comparar o PC com os demais tratamentos e verificar se houve diferença entre as concentrações de pães de forma adicionados de soro de leite em pó, com e sem tratamento térmico. Esse mesmo procedimento foi adotado para a análise dos dados referente à composição química dos pães de forma.

Os resultados do teste de comparação pareada-preferência foram confrontados com valores tabelados (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002). Os escores do teste de aceitação foram analisados através do procedimento de Análise de Variância (ANOVA), e para comparação das médias aplicou-se o teste de Tukey (CALLEGARI-JACQUES, 2003). Nos dois testes sensoriais utilizou-se o nível de significância de 5%.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do pacote estatístico “R”, versão 2.8.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação microbiológica e físico-química do soro de leite em pó

Na Tabela 1 encontram-se os valores médios das análises microbiológicas do soro de leite em pó. Esse produto atendeu aos padrões microbiológicos estabelecidos na legislação (BRASIL, 2001), estando, portanto, próprio ao consumo.

Tabela 1 – Valores médios das variáveis microbiológicas do soro de leite em pó.

Variáveis	Valores médios	Padrão ^{***}
Bactérias aeróbias mesófilas (UFC [*] /g)	2,5 x 10 ³	< 50.000
Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	< 100	< 100
<i>Salmonella</i> /25g	Ausente	Ausente
Coliformes totais (NMP ^{**} /g)	Ausente	< 100
Coliformes termotolerantes (NMP/g)	Ausente	< 10

^{*}UFC-Unidades Formadoras de Colônia; ^{**}NMP-Número mais Provável; ^{***}BRASIL, 2001.

Os resultados da avaliação físico-química do soro de leite em pó estão descritos na Tabela 2.

O pH e acidez médios do soro de leite em pó foram, respectivamente, 6,07 e 1,22% em ácido láctico (Tabela 2), estando de acordo com o especificado pelo fabricante (ALIBRA, 2007). Os resultados de pH foram próximos aos encontrados por Evans (1982) e Mariusso (2008), 5,88 e 6,0, respectivamente.

O teor médio de proteínas do soro de leite em pó achados nesta pesquisa foi 11,6 g/100 g (Tabela 2), correspondendo, aproximadamente a 50% do total de proteínas (21,3%) encontrado no leite em pó (USP, 2008). Segundo Evans e Gordon (1980), de todas as proteínas presentes no soro de leite em pó, há predominância das frações β -lactoglobulina (50%), α -lactalbumina (12%) e imunoglobulinas (10%).

Neste estudo, os teores médios de cinzas, cálcio e fósforo obtidos apresentaram-se discretamente abaixo do valor reportado na ficha técnica do fabricante (ALIBRA, 2007). Possivelmente, os valores informados pelo fabricante, para os diferentes lotes, são os mesmos,

desconsiderando oscilações devido a variações na composição do leite, e conseqüentemente, no soro de leite (EMBRAPA, 2008), além de mudanças nos fornecedores e alterações no processamento dos queijos. Ainda, podem ter ocorrido perdas de amostras durante a manipulação na análise de cinzas.

Tabela 2 - Valores médios e desvios padrão das características físico-químicas do soro de leite em pó.

Variáveis	Soro de leite em pó	
	Valores médios	Especificação do Fabricante*
Umidade (g/100 g)	3,14 ± 0,05	3,0
Proteínas (g/100 g)	11,61 ± 0,26	11,0
Lipídios (g/100 g)	1,73 ± 0,06	1,5
Carboidratos (g/100 g)**	76,44 ± 0,23	76,5
Cinzas (g/100 g)	7,10 ± 0,02	8,0
Cloretos (mg/100 g)	209 ± 5,00	n.d****
Cálcio (mg/100 g)	758 ± 1,00	796
Fósforo (mg/100 g)	596 ± 6,00	619
pH	6,07 ± 0,02	6,1 - 6,5
Acidez***	1,22 ± 0,01	1,1 - 1,6

* Alibra, 2007; ** Determinado por diferença; *** Acidez expressa em % de ácido láctico; **** Não determinado

5.2 Avaliação microbiológica dos pães de forma

As médias das análises microbiológicas dos pães de forma estão apresentadas na Tabela 3.

Nos pães de forma analisados foi verificado ausência para coliformes totais e termotolerantes (Tabela 3), estando dentro dos limites permitidos pela legislação vigente (BRASIL, 2001). De acordo com Fonseca (2006), a presença de coliformes não é necessariamente indicativa de perigo à saúde, mas representa falta de boas práticas sanitárias e a possibilidade de encontrar outros microorganismos patogênicos.

Tabela 3 – Valores médios das variáveis microbiológicas dos pães de forma.

Variáveis	Valores médios	Padrão *
Bactérias aeróbias mesófilas (UFC ^{**} /g)	6,0- 8,0 x 10 ¹	-
Bolores e leveduras (UFC/g)	< 10	-
Coliformes totais (NMP ^{***} /g)	<3	10 ²
Coliformes termotolerantes (NMP/g)	<3	10 ²

*BRASIL, 2001; **UFC-Unidades Formadoras de Colônia; ***NMP-Número mais Provável.

Os resultados encontrados para bolores e leveduras foram considerados satisfatórios, tendo em vista tratar-se de produtos com no máximo um dia de estocagem, sendo o crescimento de fungos observado, especialmente na superfície dos pães, após 4 dias de estocagem, para produtos sem conservante (AZEVEDO, 2007). A legislação não estabelece padrão para bolores e leveduras e contagem padrão em placas para pães (BRASIL, 2001).

5.3 Avaliação físico-química dos pães de forma

As médias e os desvios padrão das análises de pH, acidez, volume específico e umidade, realizadas no pão de forma convencional (PC) e nos pães adicionados com diferentes concentrações (5%, 7,5% e 10%) de soro de leite em pó, com e sem tratamento térmico (PSLPT e PSLP), estão apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Os valores médios de pH e acidez dos pães variaram, respectivamente, de 5,20 - 5,49 e de 4,21 - 4,63 mL de NaOH 0,1N/10 g pão (Tabelas 4 e 5). Martinez-Anaya et al. (1990) verificaram valores de pH e acidez variando de 5,40 - 5,70 e de 2,9 - 4,5 mL de NaOH 0,1N/10 g pão, respectivamente, para pães adicionados somente de levedura de padaria. Quando bactérias lácticas foram adicionadas juntamente com leveduras, o pH e a acidez variaram, respectivamente, de 4,92 - 5,33 e de 3,38 - 5,13 mL de NaOH 0,1N/10 g de pão.

A adição de soro de leite em pó promoveu elevação no pH dos pães, sem alterar a acidez, com exceção da formulação PSLPT 10%, que apresentou acidez elevada, indicando tratar-se de massa ácida. Quílez et al. (2006) ao estudarem pães fermentados somente por levedura de padaria observaram que a aceitação aumentava com a elevação no pH e redução na acidez. Contrariamente, a formulação PSLPT 10%, com maior acidez, apresentou boa aceitação sensorial, semelhante a do pão de forma convencional. Tebaldi et al. (2006)

verificaram uma variação no pH de 5,11 a 5,76, em pães de forma consumidos na cidade do Rio de Janeiro, não sendo mencionados valores de acidez.

Tabela 4 - Valores médios e desvios padrão das variáveis físico-químicas dos pães de forma convencional e adicionados de soro de leite em pó.

Tratamentos	pH	Acidez (mL de NaOH 0,1N/10g de pão)	Volume específico (cm ³ /g ⁻¹)	Umidade (%)
PC	5,20 ^c ± 0,04	4,21 ^a ± 0,34	4,06 ^b ± 0,36	34,92 ^a ± 0,26
PSLP 5%	5,30 ^b ± 0,05	4,42 ^a ± 0,58	4,46 ^a ± 0,19	32,85 ^b ± 0,97
PSLP 7,5%	5,45 ^a ± 0,07	4,34 ^a ± 0,32	4,06 ^b ± 0,12	33,08 ^{b,c} ± 0,87
PSLP 10%	5,49 ^a ± 0,04	4,25 ^a ± 0,50	4,14 ^b ± 0,24	33,59 ^c ± 0,95

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, em nível de 5% de significância; PC= pão de forma convencional; PSLP = pães de forma contendo soro de leite em pó, na forma não tratada.

O volume específico das formulações PC, PSLP e PSLPT, nas diferentes concentrações (5, 7,5 e 10%), ficaram acima de 4,0cm³/g⁻¹, destacando as amostras PSLP 5% e PSLPT 7,5% (Tabelas 4 e 5), que apresentaram aumento no volume específico quando comparado à formulação PC. Esses valores foram considerados satisfatórios, tendo em vista que Granito e Guerra (1997) encontraram valores de 3,70 cm³/g⁻¹ para o volume específico do pão de forma convencional adicionado de ácido ascórbico (100 mg/Kg de farinha). Esse aditivo é adicionado para melhorar a capacidade de retenção de gás pela massa, conseqüentemente aumentando sua habilidade para produzir pão com maior volume. Kulp et al.(1988), afirmaram que a adição de proteínas do soro de leite ao pão de forma contribui para aumento no volume específico. Contrariamente, Renner e Abdel-Salam (1991) relataram que alguns peptídios presentes no soro de leite têm efeito supressor no volume específico de pães.

Em relação à umidade, os pães de forma com e sem adição de soro de leite em pó apresentaram teores variando de 32,85% a 36,04% (Tabelas 4 e 5). A legislação não estabelece limite para umidade em pães (BRASIL, 2005b). Tebaldi et al.(2006) encontraram valores para essa variável entre 34,20% e 37,76%, em pães de forma. Esses resultados demonstraram grande variação, sendo necessário o estabelecimento de padrões que assegurem qualidade aos produtos finais, assim como estudos que associem a umidade com a aceitação sensorial de pães.

Tabela 5 – Valores médios e desvios padrão das variáveis físico-químicas dos pães de forma convencional e adicionados de soro de leite em pó tratado termicamente.

Tratamentos	pH	Acidez	Volume	Umidade
		(mL de NaOH 0,1N/10g de pão)	específico (cm ³ /g)	(%)
PC	5,20 ^b ± 0,04	4,21 ^b ± 0,34	4,06 ^b ± 0,36	34,92 ^b ± 0,26
PSLPT 5%	5,38 ^c ± 0,13	4,30 ^b ± 0,53	4,14 ^{a,b} ± 0,14	36,04 ^a ± 0,41
PSLPT 7,5%	5,43 ^c ± 0,05	4,23 ^b ± 0,28	4,20 ^a ± 0,07	34,95 ^{b,c} ± 0,93
PSLPT 10%	5,47 ^a ± 0,05	4,63 ^a ± 0,46	4,19 ^{a,b} ± 0,16	34,09 ^{b,d} ± 0,93

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem significativamente entre si pelo teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, em nível de 5% de significância; PC= pão de forma convencional; PSLPT = pães de forma contendo soro de leite em pó, na forma tratada termicamente.

O teor de umidade dos pães com soro de leite em pó tratado termicamente foi superior ou igual ao do produto convencional, sendo superiores aos dos pães contendo esse ingrediente, na forma não tratada. O tratamento térmico aplicado ao soro de leite em pó parece ter contribuído para o incremento observado no teor dessa variável, considerando que as proteínas do soro de leite são, em geral, muito solúveis, não se ligando, portanto, a grandes quantidades de água em sua conformação nativa, e o tratamento térmico das proteínas leva as suas moléculas a se desenovelarem e a aumentarem sua capacidade de retenção de água (ANTUNES, 2003).

5.4 Avaliação sensorial dos pães de forma

5.4.1 Teste de Comparação Pareada-Preferência

A primeira etapa do teste de comparação pareada-preferência, realizada com dois pares de amostras contendo soro de leite em pó sem tratamento térmico (PSLP 5% e PSLP 7,5%; PSLP 5% e PSLP 10%) revelaram preferência ($p < 0,05$) pela formulação PSLP 5%, quando comparada a PSLP10%. Não foi verificada preferência ($p > 0,05$) entre o par PSLP 5% e PSLP 7,5%, neste caso, a amostra com maior concentração de soro de leite em pó foi selecionada para a terceira etapa da avaliação (PSLP 7,5%).

Na segunda etapa, os resultados dos testes com dois pares de amostras, contendo soro de leite em pó tratado termicamente (PSLPT 5% e PSLPT 7,5%; PSLPT 5% e PSLPT 10%), indicaram que não houve preferência ($p>0,05$) por nenhuma amostra de pão. Portanto, optou-se pela amostra PSLPT 10% por conter maior concentração de soro de leite em pó. Na terceira etapa, foram comparadas as formulações selecionadas na primeira e segunda etapa (PSLP 7,5% e PSLPT 10%), não tendo sido verificada preferência entre as amostras ($p>0,05$).

5.4.2 Teste de Aceitação

Os resultados do teste de aceitação realizados nos pães de forma contendo soro de leite em pó com e sem tratamento térmico, nas diferentes concentrações, estão apresentados nas Tabelas 6 e 7.

As sete formulações testadas foram aceitas pelos provadores, tendo obtido escores médios entre 5,8 e 7,8, situados entre a faixa da escala hedônica “não gostei, nem desgostei” e “gostei moderadamente”, respectivamente (Tabelas 6 e 7), estando portanto, acima de cinco, referente ao termo hedônico “não gostei, nem desgostei”, valor estabelecido como limite mínimo de aceitação (BÁRCENAS; ROSELL, 2006).

Battochio et al. (2006), encontraram escores médios variando de 5,96 a 6,81, referentes aos termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei regularmente”, para pão de forma integral, utilizando escala hedônica de nove pontos. Azevedo (2007) ao avaliar a aceitação de pães de forma, com e sem adição de soro de leite em pó, por meio de escala hedônica de sete pontos, verificou uma variação nos escores médios atribuídos pelos consumidores de 5,75 a 5,95, referentes ao termo hedônico “gostei muito”.

Quando o soro de leite em pó foi adicionado sem tratamento térmico, foi verificada diferença ($p<0,05$) para a formulação PSLP 7,5%, apresentando escore médio 7,8, referente ao termo hedônico “gostei moderadamente” (Tabela 6).

Todas as formulações que receberam adição de soro de leite em pó tratado termicamente apresentaram escores acima de sete, referente ao termo hedônico “gostei regularmente”.

Tabela 6 – Escores médios e desvios padrão do teste de aceitação sensorial dos pães de forma com soro de leite em pó.

Tratamentos	Escores médios*
PSLP 5%	6,1 ^b ± 0,68
PSLP 7,5%	7,8 ^a ± 0,89
PSLP 10%	5,8 ^b ± 0,63

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p>0,05$; *Escala hedônica de nove pontos desde 9=gostei extremamente a 1=desgostei extremamente.

A formulação PSLPT 10% apresentou escore médio 7,8, correspondendo ao termo hedônico “gostei moderadamente”, diferindo ($p<0,05$) da amostra PSLPT 5% e não sendo verificada diferença ($p>0,05$) para a formulação PSLPT 7,5% (Tabela 7). Portanto, selecionou-se a formulação com maior concentração de soro de leite em pó (PSLPT 10%) para ter sua composição química determinada.

Tabela 7 – Escores médios e desvios padrão do teste de aceitação sensorial dos pães de forma com soro de leite em pó tratado termicamente.

Tratamentos	Escores médios*
PSLPT 5%	7,1 ^b ± 1,6
PSLPT 7,5%	7,6 ^{a,b} ± 1,07
PSLPT 10%	7,8 ^a ± 1,26

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p>0,05$; *Escala hedônica de nove pontos desde 9=gostei extremamente a 1=desgostei extremamente.

Posteriormente, a aceitabilidade da formulação pão de forma convencional (PC) foi comparada com as duas formulações previamente selecionadas (PSLP 7,5% e PSLPT 10%), tendo apresentado escore médio igual a 7,7, que se refere ao termo hedônico “gostei moderadamente”, não sendo verificada diferença ($p>0,05$) entre essas amostras (Tabela 8).

Embora não tenha sido verificado diferença ($p>0,05$) entre os escores médios das formulações PSLP 7,5% e PSLPT 10%, pode-se notar na Tabela 9 que as amostras contendo soro de leite em pó sem tratamento térmico apresentaram 100% de aceitação, ou seja, obtenção de escores acima de cinco, correspondendo ao termo hedônico “não gostei, nem desgostei”, sendo observado um percentual de 4% de rejeição, isto é, escores inferiores a cinco, para a formulação contendo 5% desse ingrediente na forma tratada termicamente.

Tabela 8 – Escores médios e desvios padrão do teste de aceitação sensorial do pão de forma convencional e dos pães adicionados de soro de leite em pó, com e sem aplicação de tratamento térmico, nas concentrações selecionadas.

Tratamentos	Escores médios*
PC	7,7 ^a ±0,76
PSLP 7,5%	7,8 ^a ±0,89
PSLPT 10%	7,8 ^a ±1,26

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p > 0,05$; *Escala hedônica de nove pontos desde 9=gostei extremamente a 1=desgostei extremamente.

No formulário de avaliação, os provadores fizeram comentários para explicar a razão da aceitação ou rejeição dos produtos, sendo o sabor e a maciez referidos como os principais atributos que influenciaram na aceitação dos pães, assim como para a rejeição foram referidos o gosto salgado e a textura seca.

Tabela 9 – Distribuição da frequência (%) dos escores atribuídos pelos provadores aos pães de forma adicionados de soro de leite em pó, com e sem tratamento térmico.

Tratamentos	Rejeição (%)	Neutro (%)	Aceitação (%)
PSLP 5%	0	0	100
PSLP 7,5%	0	0	100
PSLP 10%	0	0	100
PSLPT 5%	4	8	88
PSLPT 7,5%	0	4	96
PSLPT 10%	0	4	96

PSLP = pães de forma contendo soro de leite em pó; PSLPT= pães de forma contendo soro de leite em pó, na forma tratada termicamente.

5.5 Avaliação da composição química dos pães de forma com soro de leite em pó selecionados

Na Tabela 10 estão apresentadas as médias e os desvios padrão da composição química do pão de forma convencional (PC) e dos pães de forma contendo soro de leite em

pó, nas duas formas de adição (não tratado e tratado termicamente) e nas concentrações selecionadas (7,5% e 10%).

O teor de umidade variou de 32,43% a 34,85%, tendo a formulação PSLP 7,5% apresentado o menor valor. Quando os pães foram adicionados com soro de leite em pó tratado termicamente houve elevação na umidade, alcançando valor semelhante ($p>0,05$) ao do produto convencional. Efeitos semelhantes foram observados por Kulp et al. (1988) e Erdogdu-Arnoczky; Czuchajowska; Pomeranz (1996). O primeiro grupo de pesquisadores citado verificou uma redução na capacidade de absorção de água na massa de pães adicionados de soro de leite em pó, sem tratamento térmico, enquanto o segundo grupo obteve elevação nos valores dessa variável, quando esse ingrediente foi tratado termicamente, a 80°C.

A adição de soro de leite em pó promoveu elevação no teor de proteínas dos pães, com incrementos de até 30,7% quando comparado ao produto convencional, contribuindo também com o acréscimo de aminoácidos essenciais à proteína do trigo, melhorando o perfil desses aminoácidos, e conseqüentemente a digestibilidade.

Tabela 10 – Valores médios e desvios padrão da composição química do pão de forma convencional e dos pães adicionados de soro de leite em pó, com e sem tratamento térmico.

Variáveis	Formulações		
	PC	PSLP 7,5%	PSLPT 10%
Umidade (g/100g)	34,85 ^a ± 0,21	32,43 ^b ± 0,38	34,64 ^a ± 0,78
Proteínas (g/100g)	6,97 ^c ± 0,30	7,91 ^b ± 0,20	9,11 ^a ± 0,36
Lipídios (g/100g)	3,00 ^b ± 0,27	2,17 ^b ± 0,52	3,91 ^a ± 0,67
Carboidratos *	53,87 ^b	55,88 ^a	50,51 ^c
Cinzas (g/100g)	1,30 ^c ± 0,07	1,61 ^b ± 0,03	1,82 ^a ± 0,05
Cloretos ** (mg/100g)	242,81 ^a ± 6,18	231,59 ^a ± 12,34	226,18 ^a ± 6,12
Cálcio (mg/100g)	31,83 ^c ± 0,11	74,67 ^b ± 4,00	90,60 ^a ± 6,88
Fósforo (mg/100g)	87,90 ^c ± 13,67	115,30 ^b ± 11,07	121,71 ^a ± 1,93

* Obtidos por diferença; ** Cloretos, em Cloreto de Sódio

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Wilcoxon-Mann-Whitney (teste U), com intervalo de confiança de 5%.

De acordo com a Portaria n° 27 de 13 de Janeiro de 1998 (BRASIL, 1998b) um alimento sólido é considerado fonte de proteínas quando contém, no mínimo, 10% da Ingestão Diária Recomendada (IDR), para diferentes faixas etárias e grupos de indivíduos. Com base nesta recomendação, o pão contendo 10% de soro de leite em pó pode ser considerado alimento fonte de proteínas para todos os grupos de indivíduos, incluindo gestantes e lactantes, grupo com maior necessidade de ingestão desse nutriente.

A concentração de lipídios nos pães variou de 2,17 a 3,91%. Na literatura, foram verificados valores acima de 3% para pão de forma adicionado de leite, enquanto que em pães tradicionais foi citado o valor de 2,6% (NEPA, 2006).

O teor de carboidratos verificado na formulação PSLPT 10% foi menor (50,51g/100g) que o observado para as formulações PC (53,87g/100g) e PSLP 7,5% (55,88g/100g), o que não era esperado, tendo em vista o acréscimo de lactose presente no soro de leite em pó, e o fato de a levedura utilizada no processo de fermentação (*Saccharomyces cerevisiae*), não metabolizar a lactose. No entanto, ressalta-se a importância de haver mais estudos em relação ao comportamento bioquímico envolvendo o metabolismo microbiano dos nutrientes em especial, a lactose. Por esse componente ter sido determinado por diferença, o aumento nos teores dos outros nutrientes (proteínas, lipídios, cinzas e umidade) promoveu essa redução.

Nos pães, com e sem adição de soro de leite em pó, foi verificada uma variação no teor de resíduo mineral fixo (cinzas) de 1,30 g/100g a 1,82 g/100g (Tabela 9). Esses valores corroboram com os encontrados na Tabela de Composição de Alimentos (NEPA, 2006), no entanto se mostram inferiores aos observados por Anton; De Francisco; Haas (2007).

As concentrações de cálcio e fósforo nos pães de forma com soro de leite em pó foram maiores que as verificadas no pão de forma convencional, com incrementos de até 185% e 38,5%, respectivamente. O pão contendo 10% de soro de leite em pó disponibilizou concentração de cálcio (90 mg/100 g) e fósforo (121,7 mg/100g) equivalente a 15% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) recomendada para crianças de até seis anos, suficiente para classificar o pão como alimento fonte desses minerais (BRASIL, 1998b; BRASIL, 2005c). O fósforo e o cálcio são considerados minerais fundamentais para o organismo, sendo responsáveis pelo metabolismo dos ossos e dentes, ajudando na prevenção e combate a osteoporose (COZZOLINO, 2005).

6 CONCLUSÕES

A adição de soro de leite em pó à formulação de pão de forma resulta em produto final com boa aceitação sensorial, contribuindo para a melhoria do valor nutricional, especialmente em termos de proteínas e cálcio.

A aplicação de tratamento térmico ao soro de leite em pó permite adicionar maior concentração desse ingrediente (10%) ao pão de forma, elevando a umidade e tendo aceitação semelhante ao pão de forma convencional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIBRA INGREDIENTE LTDA. **Indústria de derivados lácteos em pó e misturas alimentícias em pó**. Disponível em: <<http://www.alibra.com.br/principal.html>>. Acesso em: 20 de novembro de 2007.

ALMEIDA, K. E.; BONASSI, I. A.; ROÇA, R. O. Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo minas frescal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 187-192, maio/ago. 2001.

ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**, Barueri: Editora Manole, 2003. 135p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14141: Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1998.

ANTON, A. A. ; DE FRANCISCO, A. ; HAAS, P. Análise físico-química de pães da cidade de Florianópolis e a situação dos alimentos integrais no Brasil. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.17, n.4, p.381-386, out./dez. 2006.

AZEVEDO, F. L. A. A. **Elaboração de pão de forma com adição de soro de leite em pó**. 2007, 63p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2007.

BÁRCENAS, M. E; ROSELL, C. M. Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread: low temperature and HPMC addition. **Journal of Food Engineering**, v.72, n. 1, p.92-99, 2006.

BATTOCHIO, J. R.; CARDOSO, J. M. P.; KIKUCHI, M.; MACCHIONE, M.; MODOLO, J. S. Perfil sensorial de pão de forma integral. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 26. n. 2. p. 428-433, abr./jun. 2006.

BATTESTIN, L.; TACLA, R. M. B.; TIBONI, E. B.; FREITAS, R. J. S.; STERTZ, S. C. Análise de cálcio em diferentes tipos de bebidas. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 3, n. 2. p. 79-86. Jul./Dez., 2002.

BOIRIE, Y; DANGIN, M.; GACHON, P.; VASSON, M. P.; MAUBOIS, J. L.; BEAUFRÈRE, B. Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein

accretion. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of América (USA)**, v. 94, n. 26, p.14930-14935, 1997.

BOUNOUS, G .Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment. **Anticancer Research**, v.20, p.4785-4792, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Lei nº. 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF. 13 de fev. de 1998a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 27 de 13 de Janeiro de 1998. Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (conteúdo de nutrientes). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 de janeiro de 1998b, Seção1.p.1789.

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 90 de 18 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Pão. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 de outubro de 2000. Seção1. p. 1.

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 setembro de 2001. Seção 1. p. 9.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 62, de 26 de Agosto de 2003. Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 de Janeiro de 2003. Seção 1. p.1890.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 16 de 23 de agosto de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 de agosto de 2005a, Seção 1. p.7.

BRASIL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Físico-Químicos para análise de Alimento**. Brasília. IV ed. 2005b.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 269 de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da União**. Poder Executivo, Brasília , DF, 23 de setembro de 2005c. Seção 1.

LIMA, A. S. Caracterização físico-química e sensorial de pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó.

CALDAS, M. C. S. **Aproveitamento de soro de leite na elaboração de pão de forma.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). 2007, 66p. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB, 2007.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: Princípios e Aplicações.** Porto Alegre: Artmed, 2003. 254p.

CARTER, M. L.; WHITING, S. J. Effect of calcium supplementation is greater in prepubertal girls with low calcium intake. **Nutrition Review**, v.55, p.371-373, 1997.

CASHMAN, K. D. Calcium intake, calcium bioavailability and bone health. **Brazilian Journal of Nutrition**, v.87, n.2, p.169-77, 2002.

CAVALHEIRO, L. A. **O efeito da suplementação de soro de leite sobre os linfócitos de ratos Wistar.** 2007. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição), Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP, 2007.

CHAPLIN, L. C.; LYSTER, R. L. J. Irreversible heat denaturation of bovine α -lactalbumin. **Journal of Dairy Research**, v.53, n.2, p.249, 1986.

COCUP, R. O.; SANDERSON, W. B. Functionality of dairy ingredients in bakery products. **Food Technology**, v.41, p.86-90, 1987.

CLARK, A. H.; LEE-TUFFNELL, C. D. Gelation of globular proteins. In: Functional proteins of food macromolecules. Mitchell, J.R.; Ledward, D.A. (eds.). London: **Elsevier Applied Science**, 1986. p. 203-272.

CONDACK, J. **Ultrafiltração do soro de queijo: parâmetros operacionais e utilização do concentrado protéico na fabricação de requeijão cremoso.** 1993, 120 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1993.

COSTA, E. L. **Efeito do processamento térmico e enzimático na obtenção de hidrolisados do isolado protéico do soro de leite com atividade anti-hipertensiva.** 2004. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição), Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2004.
COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes.** Barueri: Manole, 2005. 878p.

DAVIS, L. Fortifying Grain-based Products with Whey Protein. **Cereal Foods World**, v.49, n.1, 2004.

LIMA, A. S. Caracterização físico-química e sensorial de pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó.

DIAS, N. F. G. P. **Propriedades imunoestimulatórias e antitumoral de concentrados protéicos de soro de leite bovino, de caseínas e de um isolado protéico de soja.** 2004, 543p. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Agência de Informação Embrapa. Agronegócio do leite.** Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_128_21720039243.html>. Acesso em: 20 set. 2008.

ERDOGDU-ARNOCZKY, N.; CZUCHAJOWSKA, Z.; POMERANZ, Y. Functionality of Whey and Casein in Fermentation and in Breadbaking by Fixed and Optimized Procedures. **Cereal Chemistry**, v.73, n.3, p.309-316, 1996.

ESTELLER, M. S. **Modificações estruturais de produtos panificados por processos de tratamento térmico e bioquímico.** 2007, 150p. Tese (Doutorado em Tecnologia Bioquímica-Farmacêutica). Universidade de São Paulo. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. São Paulo, SP, 2007.

EVANS, E.W. Uses of milk proteins in formulated foods. In: HUDSON, B. J. F. **Developments in food proteins.** New York: Elsevier, p.131-163,1982.

EVANS, M. T. A.; GORDON, J. F. Whey proteins. In: GRANT,R.A. **Applied protein chemistry.** London: Applied Science, p.31-67, 1980.

FAIRWEATHER-TAIT, S.J.; TEUCHER, B. Calcium bioavailability in relation to bone health. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, v. 72, n. 1, p.13-18, 2002.

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial.** Campinas: ITAL/LAFISE, 2002. 116 p.

FARIAS, F. A. B. **Prevalência de osteoporose, fraturas vertebrais, ingestão de cálcio, e deficiência de vitamina D em mulheres na pós-menopausa.** 2003, 164p. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Nacional de Saúde Pública. Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães. FIOCRUZ. Recife, PE, 2003.

FONSECA, E. W. N. **Utilização da mucilagem do inhame (*Dioscorea ssp*) como melhorar na produção de pão de forma.** 2006, 79p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2006.

LIMA, A. S. Caracterização físico-química e sensorial de pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó.

FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. L. H. Milk proteins. In: Dairy chemistry and biochemistry. **London: Blackie Academic**, 1998. p. 147-238.

GIESE, J. Proteins as ingredients: types, functions, applications. **Food Technology**, v. 48, n. 10, p. 50-60, 1994.

GIROTO, J. M.; PAWLOWSKY, U. Soro de leite: custos de equipamentos para seu processamento. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 57, n. 327, p. 117-12. 2002.

GONZÁLEZ SISO, M.I. The biotechnological utilization of cheese whey: A review. **Great Britain: Published Elsevier Science Limited**. v. 12, n. 4, p. 182-188, 2001.

GRANITO, M.; GUERRA, M. Efecto Del uso de diferentes aditivos de panificación em la calidad de panes elaborados com harinas compuestas a base de harina de trigo y germen desgrasado de maiz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.17, n.2, p.181-187, 1997.

GUILHERME, F. P.; JOKL, L. Emprego de fubá de melhor qualidade protéica em farinhas mistas para produção de biscoitos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.25, n.1, p.63-71, jan/mar, 2005.

GUIMARÃES, P. Composição do leite. **Ciência do leite**. Disponível em:
<<http://www.cienciadoleite.com.br/composicaooleite.htm>>. Acesso em: 05 out. 2007.

GUTKOSKI, L. C.; KLEIN, B.; PAGNUSSATT, F. A.; PEDÓ, I. Características tecnológicas de genótipos de trigo (*triticum aestivum* l.) cultivados no cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 786-792, maio/jun., 2007.

HARPER, W. J.; ZADOW, J. G. Heat induced changes in whey protein concentrates as related to bread manufacture. **Journal of Dairy Science Technology**, New Zeland, v. 19, p.229-237, 1984.

HARPER, W. J. Whey proteins. **Food Technology**, New Zealand, v. 19, n. 1, p.21-28, 1994.

HARPER, W. J. Biological Properties of Whey Components: A review. Chicago, IL: **The American Dairy Products Institute**, 2000 with updates , 2003.

HAVEA, P.; SINGH, H.; CREAMER, L. K. Characterization of heat-induced aggregates of β -lactoglobulin, α -lactalbumin and bovine serum albumin in a whey protein concentrate environment. **Journal of Dairy Research**, v. 68, n. 3, p. 483-497, 2001.

LIMA, A. S. Caracterização físico-química e sensorial de pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó.

HERVÉ ROBERT; GABRIEL, V; LEFEBVRE, D; RABIER, P; VAYSSIER, YVES; FONTAGNÉ-FAUCHER, C. Study of the behaviour of *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc* starters during a complete wheat sourdough breadmaking process. **LWT**, v. 39, p. 256-265, 2006.

HUFFMAN, L.M. Processing whey protein for use as a food ingredient. **Food Technology**, v. 50, n. 2, p. 49-52, 1996.

HONG-, Y.; CREAMER, L. K. Changed protein structures of bovine β -lactoglobulin B and α -lactalbumin as a consequence of heat treatment. **International Dairy Journal**, v. 12, n. 4, p. 345-359, 2002.

JELLEN, P. Industrial whey processing technology: An overview. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 27, n. 4, p. 658- 661, 1979.

KADHARMESTAN, C.; BAIK, B.; CZUCHAJOWSKA, Z. Whey protein concentrate treated with heat or high hydrostatic pressure in wheat-based products. **Cereal Chemistry**, v. 75, n. 5, p. 762-766, 1998.

KENNY, S.; WEHRLE, K.; AUTY, M.; ARENDT, E. K. Influence of Sodium Caseinate and Whey Protein on Baking Properties and Rheology of Frozen Dough. **Cereal Chemistry**, v.78, n.4, p.458-463, 2001.

KINEKAWA, Y.; KITABATAKE, N. Purification of β -lactoglobulin from whey protein concentrate by pepsin treatment. **Journal Dairy Science**, v. 79, p. 350-356, 1996.

KORHONEN, H.; PIHLANTO-LEPPÄLÄ, A.; RANTAMÄKI, P.; TUPASELA, T. Impact of processing on bioactive proteins and peptides. **Trends in Food Science & Technology**, v. 9, n. 8-9, p. 307-319, 1998.

KULP, K.; CHUNG, H.; DOERRY, W.; BAKER, A.; OLEWNIK, M. Utilization of whey as a white pan bread ingredient. **Cereal Foods World**, v. 33, n. 5, p. 441-447, 1988.

LANZILLOTTI, H. S.; LANZILLOTTI, R. S.; TROTTE, A. P. R.; DIAS, A. S.; BORNAND, B.; COSTA, E. A. M. M. Osteoporose em mulheres na pós-menopausa, cálcio dietético e outros fatores de risco. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 181-193, abr/jun, 2003.

MACIEL, J. F.; SANTOS, J. V.; BONOMO, P.; SARAIVA, S. H.; BONOMO, R. C. F.; MELO NETO, B. A. Enriquecimento nutricional de pão de forma com soro de queijo.

LIMA, A. S. Caracterização físico-química e sensorial de pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó.

Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”, Juiz de Fora, v. 57, n. 327, p. 14-116, 2002.

MACIEL, J. F.; BONOMO, P.; MELO NETO, B. A.; BARACHO, P.C.; SOUZA, M. R.; BONOMO, R. C. F.; SOUZA, A. O. Determinação de características físico-químicas de pão de forma elaborado com soro de queijo. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 58, n. 333, p. 44-49. 2003.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 10 ed., Roca, 2002. p.1157.

MANGINO, M. E. **Properties of whey protein concentrates**. In: *Whey and Lactose Processing*, Zadow, J.G. (Ed.). London: Elsevier Science Publishers, 1992, p. 231-270.

MARIUSSO, A.C.B. **Estudo do enriquecimento de massas alimentícias com subprodutos agroindustriais visando o melhoramento funcional e tecnológico de massas frescas**. 2008, 100p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2008.

MARKUS, C.R.; OLIVIER, B.O.; PANHUYSEN, G.E.M.; VAN DERGUGTEN J.; ALLES, M. S.; TUTTEN, A.; WESTENBERG, H. G. M.; FELKKES, D.; KOPPESCHAAR, H. F. The bovine protein α -lactalbumin increases the plasma ratio of tryptophan to the other large neutral amino acids, and in vulnerable subjects raises brain serotonin activity, reduces cortisol concentration, and improves mood under stress. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 71, p.1536-1544, 2000.

MARTINEZ-ANAYA, M. A.; PITARCH, B.; BAYARRI, P.; BARBER, C. B. Microflora of the sourdoughs of wheat flour bread x interactions between yeasts and lactic acid bacteria in wheat doughs and their effects on bread quality. **Cereal Chemistry**, v. 67, n. 1, 1990.

MATTHEWS, M.E. Whey protein recovery processes and products. **Journal Dairy Science**, v. 67, n.11, p. 2680-2692, 1984.

McCRAE, C. H.; LAW, A. J. R.; LEAVER, J. Emulsification properties of whey protein in their natural environment: effect of whey protein concentration at 4 and 18 milk fat. **Food hydrocolloids**, v. 13, p. 389-399, 1999.

MELACHOURIS, N. Critical aspects in development of whey protein concentrate: Effects of various heat treatments on structure and solubility of whey proteins. **Journal Dairy Science**, v.67, p. 2693-2700, 1984.

LIMA, A. S. Caracterização físico-química e sensorial de pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó.

MING, P. Proteínas de Soro em Alimentos Funcionais. Ingredientes Inovadores Funcionais: Tendências. **US Dairy Export Council**, 2002.

McINTOSH, G. H.; REGESTER, G. O., LE LEU, R. K.; ROYLE, P.J.; SMITHERS, G. W. Dairy proteins protect against dimethylhydrazine-induced intestinal cancers in rats. **Journal of Nutrition**, v. 125, n. 4, p. 809-816, 1995.

MULVIHILL, D. M.; DONOVAN, M. Whey Proteins and their Thermal Denaturation – A Review. **Irish Journal of Food Science and Technology**, v. 11, p. 43-75. 1987.

MORENO, Y. M. F. **Influência das proteínas de soro de leite bovino no estado nutricional, composição corporal e sistema imune em coorte de crianças com Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS)**. 2002. 105f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2002.

MORTENSEN, L.; CHARLES, P. Bioavailability of calcium supplements and the effect of vitamin D: Comparisons between milk, calcium, and calcium carbonate plus vitamin D. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 63, p. 354-357, 1996.

NAP. Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride. Washington: **National Academy Press**, DC, 1997.

NEPA-Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentação. Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP. TACO - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Versão II. 2.ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP. 113p., 2006.

OLIVEIRA, J.E.D.; MARCINI, J.S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 1998. 403p.

OTTE, J.; JU, Z. Y.; FAERGEMAND, M.; LOMHOLT, S. B.; QVIST, K. B. Protease induced aggregation and gelation of whey proteins. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, p. 911-915, 1996.

PALLAORO, T. M. **Nutrição Molecular: melhorando a qualidade de vida**. Petrópolis: Vozes, 1997. 117p.

PEDRAS, M. M. **Avaliação de propriedades físico-químicas e funcionais de leite processado por tecnologia de homogeneização a Ultra Alta Pressão**. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2007.

LIMA, A. S. Caracterização físico-química e sensorial de pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó.

PELEGRINE, D. H.; GASPARETTO, C. A. Estudo da solubilidade das proteínas presentes no soro de leite e na clara de ovo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 57-65, 2003.

PEREIRA, K. S.; GOMES, M. I. F. V.; ROÇA, R. O.; ALMEIDA, K. E. Produção de picolés com soro doce obtido da fabricação de queijo minas frescal. **Revista Indústria de Laticínios**, p.79-81, 2003.

PHILLIPS, L. G.; GERMAN, J. B.; O'NEIL, T. E.; FOEGEDING, E. A.; HARWALKAR, V.A.; KILARA, A.; LEWIS, B. A.; MANGINO, M. E.; MORR, C. V.; REGENSTEIN, J. M.; SMITH, D. M.; KINSELLA, J. E. Standardized procedure for measuring foaming properties of 3 proteins, a collaborative study. **Journal of Food Science**, v.55, n.5, p.1441-1453, 1990.

PITTIA, P.; WILDE, P. J.; HUSBAND, F. A.; CLARK, C. C. Functional and structural properties of β -lactoglobulin as affected by high pressure treatment. **Journal of Food Science**, v. 61, n. 6, p. 1123-1128, 1996.

PONSANO, E.H.G.; PINTO, M.F.; CASTRO-GOMES, R.J. Soro de leite: obtenção, características e aproveitamento: Revisão. **Semina: Ciência Agrícola**, Londrina, v.13, n. 1, p. 92-96, 1992.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2006.

RANGANNA, S. **Analysis and quality control for fruit and vegetable products**. 2 ed. Tata Mcgraw Hill, New Delhi, 1979.

RANHOTRA, G. S.; GELROTH, J. A; LEINEN, S. D. Utilization of Calcium in Breads Highly Fortified with Calcium as Calcium Carbonate or as Dairy Calcium. **Cereal Chemistry**, v.77, n.3, p. 293-296, 2000.

RELKIN, P. Thermal unfolding of β -lactoglobulin, α -lactalbumin, and bovine serum albumin. A thermodynamic approach. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.36, n.6, p.565-601, 1996.

RENNER, E; ABDEL-SALAM, M. H. **Application of ultrafiltração in the dairy industry**. London: Elsevier Applied. Science, 1991. 371p.

LIMA, A. S. Caracterização físico-química e sensorial de pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó.

REVILLION, 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**, Campinas, v. 20, p. 246-249, 2000.

RICHARDS, N. S. P. S. Soro lácteo: perspectivas e proteção ao meio ambiente. **Food Ingredients**, v. 2, p.20-27, 2002.

RODRIGUES, L. R. M. **Valorização da fração protéica do soro de queijo**. 2001. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia Biológica. Universidade do Minho. 2001.

ROSANELI, C. F. **Atividade antiulcerogênica de um concentrado de soro de leite bovino em modelos experimentais com ratos**. 2002. 81f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2002.

SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais das proteínas e alimentos proteicos. In: SGARBIERI, V. C. **Proteínas em Alimentos Proteicos**. Campinas: Varela, p. 259-271, 1996.

SGARBIERI, V. C. Propriedades Funcionais de Proteínas em Alimentos. **Boletim SBCTA**. v. 32, n. 1, p. 105-126, 1998.

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

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

SILVA, K.; BOLINI, H.M.A.; ANTUNES, A.J. Soro de leite bovino em sorvete. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.15, n. 2, p. 187-196, 2004.

TEBALDI, L. S.; MASSAPUST, F. C.; ARAÚJO, L. F. L.; SILVA, M. V. A.; TRINDADE, M. B.; KRONENBERGER, G.; CRUZ, A. G. Umidade e pH como parâmetros de qualidade em pães de forma. **Revista Higiene Alimentar**, v. 20, n. 143, p. 69-71, ago. 2006.

TERRA, N. N.; FRIES, L. L. M.; MILANI, L. I. G.; RICHARDS, N. S. P. S.; REZER, A. P. S.; BACKES, M. A.; BEULCH, S.; SANTOS, B. A. Emprego de soro de leite líquido na elaboração de mortadela. **Ciência Rural**, v.39, n.3, mai/jun, 2009.

LIMA, A. S. Caracterização físico-química e sensorial de pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó.

ULRICH, C. M.; GEORGIU, C. C.; SNOW-HARTER, C. M.; GILLIS, D. E. Bone mineral density in mother-daughter pairs: Relations to lifetime exercise, lifetime milk consumption, and calcium supplements. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 63, p. 72-79, 1996.

USP-UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental/BRASILFOODS (1998). **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-USP**. Versão 5.0. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tabela>>. Acesso em: 21 fev. 2008.

USDA-UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Intakes for Individuals, Elements**. Disponível em: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl>. Acesso em: 21 fev. 2008.

USDEC NEWS. Uso de soro em iogurtes e produtos lácteos fermentados. **The U.S. Dairy Export Council**, v. 2, n. 2, Outubro, 1999.

USDEC NEWS, Ingredientes lácteos para uma alimentação saudável. **The U.S. Dairy Export Council**, v. 2, n. 4, p. 1-3, 2000.

USDEC NEWS. Soro de Leite em aplicações de produtos de consumo. **The U.S. Dairy Export Council**, v. 6, n. 1, p. 1-4, Agosto, 2003.

USDEC NEWS, Aspectos Nutricionais de Ingredientes Lácteos: Soro de Leite e Concentrados Protéicos. **The U.S. Dairy Export Council**, v. 8, n. 3, p.1-4, 2004.

VALDUGA, E.; PAVIANI, L. C.; MAZUR, S. P.; FINZER, J. R. D. Aplicação do soro de leite em pó na panificação. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara. v. 17, n. 4, p. 393-400, out/dez, 2006.

VAN BOEKEL, M. A. J. S. Heat-induced deamidation, dephosphorylation and breakdown of caseinate. **International Dairy Journal**, v. 9, n. 3-6, p. 237-241, 1999.

VITTI, P. Soro de leite e seu uso em panificação. **Boletim ITAL**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 155-166, abr/jun, 1981.

WAGNER, J. R. Propriedades superficiais. **In: Caracterización funcional y estructural de proteínas**. Pilosof, A. M. R.; Bartholomai, G. B. (eds) Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo – CYTED, Buenos Aires, p. 41-74, 2000.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)