

RODRIGUES, F.F.G. Elaboração de pão de forma com adição de concentrado protéico de soro de leite

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

FABÍOLA FERNANDES GALVÃO RODRIGUES

**ELABORAÇÃO DE PÃO DE FORMA COM ADIÇÃO DE CONCENTRADO
PROTÉICO DE SORO DE LEITE**

**JOÃO PESSOA – PB
2008**

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

FABÍOLA FERNANDES GALVÃO RODRIGUES

**ELABORAÇÃO DE PÃO DE FORMA COM ADIÇÃO DE CONCENTRADO
PROTÉICO DE SORO DE LEITE**

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 obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Janeeyre Ferreira Maciel

**JOÃO PESSOA – PB
2008**

R 696e Rodrigues, Fabíola Fernandes Galvão.

Elaboração de pão de forma com adição de concentrado protéico de soro de leite / Fabíola Fernandes Galvão Rodrigues. – João Pessoa, 2008. 64 p.

Orientadora: Janeeyre Ferreira Maciel.

Dissertação (mestrado) – UFPB / CT

1. Pão de forma. 2. Enriquecimento nutricional. 3. Soro protéico

UFPB/BC

CDU: 664.6 (043)

ELABORAÇÃO DE PÃO DE FORMA COM ADIÇÃO DE CONCENTRADO
PROTÉICO DE SORO DE LEITE

FABÍOLA FERNANDES GALVÃO RODRIGUES

Dissertação aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profª. Drª. Janeeyre Ferreira Maciel

Orientadora

Profº. Dr. João Andrade da Silva

Membro Interno

Profª. Drª. Maria José de Carvalho Costa

Membro Externo

**JOÃO PESSOA – PB
2008**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 Revisão bibliográfica.....	16
3.1 Soro de leite	16
3.2 Concentrado protéico de soro de leite (CPS)	18
3.2.1 Processo de obtenção	19
3.2.2 Características nutricionais	21
3.2.3 Propriedades funcionais	26
3.2.4 Aplicação do CPS na indústria de alimentos	28
3.3 Produtos de panificação	29
3.3.1 Enriquecimento nutricional de pães	30
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
4.1 Análise físico-química e microbiológica do CPS	33
4.1.1 Análise físico-química.....	33
4.1.2 Análise microbiológica.....	33
4.2 Elaboração dos pães de forma	34
4.3 Caracterização dos pães	36
4.3.1 Análise físico-química	36
4.3.2 Teste de aceitação sensorial	36

4.4 Determinação da composição química do pão de forma convencional e do produto final	37
4.5 Vida-de-prateleira do produto final.....	37
4.5.1 Análise microbiológica	38
4.5.2 Teste de aceitação sensorial.....	39
4.6 Análise estatística	39
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
5.1 Características físico-químicas e microbiológicas do concentrado protéico de soro de leite a 35% de proteínas.....	40
5.2 Avaliação físico-química dos pães	41
5.3 Aceitação sensorial dos pães	43
5.4 Composição química dos pães de forma convencional e com 7,5% de CPS	44
5.5 Vida-de-prateleira dos pães de forma com 7,5% de CPS	46
5.5.1 Análise microbiológica	46
5.5.2 Aceitação sensorial	48
6 CONCLUSÕES	50
7 REFERÊNCIAS	51
APÊNDICES	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama esquemático do processo de obtenção do concentrado protéico de soro de leite.....	19
Figura 2 Processo de produção de concentrado protéico de soro de leite	20
Figura 3 Diagrama das etapas de elaboração dos pães de forma	35
Figura 4 Ficha do teste de aceitação sensorial dos pães de forma convencional e com CPS	37
Figura 5 Ficha do teste de aceitação sensorial do produto final	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Composição do soro de leite doce e ácido <i>in natura</i>	17
Quadro 2	Composição de aminoácidos essenciais do soro de leite	17
Quadro 3	Composição dos concentrados protéicos de soro de leite com diferentes percentuais de proteínas	21
Quadro 4	Composição de aminoácidos (g/100g) no concentrado protéico de soro de leite com 35 % de proteínas	23
Quadro 5	Formulação do pão de forma convencional	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição química do concentrado protéico de soro de leite com 35% de proteínas	40
Tabela 2	Avaliação microbiológica do concentrado protéico de soro de leite	41
Tabela 3	Avaliação físico-química dos pães de forma com e sem adição de CPS...	42
Tabela 4	Médias e desvios-padrões do teste de aceitação sensorial dos pães	43
Tabela 5	Distribuição de frequência (%) dos escores atribuídos pelos provadores ao pão de forma com CPS nas diferentes concentrações.....	44
Tabela 6	Resultados da composição química de pães de forma convencional e com 7,5% de concentrado protéico de soro de leite	45
Tabela 7	Valores médios da avaliação microbiológica do pão de forma com 7,5% de CPS, com e sem conservante	47
Tabela 8	Teste de aceitação sensorial dos pães de forma com 7,5% de CPS, com e sem conservante	48
Tabela 9	Distribuição de frequência (%) dos escores atribuídos pelos provadores ao pão de forma com CPS, com e sem conservante	49

RESUMO

RODRIGUES, F.F.G. **Elaboração de pão de forma com adição de concentrado protéico de soro de leite.** João Pessoa, 2007. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba.

O concentrado protéico de soro de leite (CPS) é uma substância obtida pela remoção de constituintes não protéicos do soro de modo que o produto final contenha não menos do que 25% de proteínas. Esse ingrediente, além de conferir benefícios nutricionais e terapêuticos, possui propriedades que melhoram as características sensoriais e tecnológicas dos produtos alimentícios, quando adicionado em suas formulações. Além disso, a industrialização do soro de leite fluido, principal poluente do setor de laticínios, na forma de derivados em pó, irá contribuir para a redução de problemas ambientais, causados pelo seu descarte em águas residuais. Este trabalho teve como objetivo enriquecer pão de forma com concentrado protéico de soro de leite, visando à melhoria de suas características nutricionais, sensoriais e tecnológicas. Inicialmente, foram avaliadas as características físico-químicas e microbiológicas do CPS. Em seguida, foram elaborados pães de forma com 0%, 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10% de CPS, tendo sido selecionada a formulação de maior concentração que resultou em produto final com volume específico > 3,5, umidade > 28% e média > 5,0 no teste sensorial. O produto final teve sua composição química e vida-de-prateleira determinadas. As características físico-químicas e microbiológicas do CPS atenderam aos padrões estabelecidos para esse produto. Todas as amostras de pães testadas foram aceitas pelos provadores tendo obtido escores médios na escala hedônica acima de 5,0. O pão com 10% de CPS apresentou umidade abaixo de 28%, tendo sido eliminado da pesquisa. A adição de 7,5% de CPS contribuiu para a elevação da concentração de proteínas (45,62%), cálcio (320%) e fósforo (43,45%) do pão de forma. Esses níveis de enriquecimento permitiram classificar esse produto como alimento fonte de proteínas, entretanto é necessário a adição de maior concentração de CPS para se obter a mesma denominação em termos de cálcio e fósforo. A vida-de-prateleira do produto final com e sem conservante foi, respectivamente, 6 e 4 dias.

Palavras chave: pão de forma, concentrado protéico de soro de leite, enriquecimento nutricional.

ABSTRACT

RODRIGUES, F.F.G. **Elaboration of pan bread with addition of whey protein concentrate.** João Pessoa, 2007. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba.

The whey protein concentrate (WPC) is obtained by removing non-proteinic constituents from whey so that the final product contains at least 25% of proteins. Besides its nutritional and therapeutic benefits, it has the property of enhancing the sensorial and technological features of alimentary products to which it was added. Furthermore, whey is considered a major pollutant from dairy industry, and processing it to powder derivatives will contribute to reduce environmental problems caused by its disposal in residual water. This work aimed at enriching pan bread with whey protein concentrate in order to enhance nutritional, sensorial and technological features. At first, pan breads containing 0%, 2.5%, 5.0%, 7.5% and 10% of CPS were prepared, and the higher concentration formulation resulting in a final product with specific volume > 3.5, humidity > 28% and sensory testing average > 5.0 was chosen. This product had its chemistry composition and shelf-life determined. Physical-chemical and microbiological characteristics of CPS were within the standards established for this kind of product. All of the bread samples assessed were accepted by the subjects in the sensory testing with average scores above 5.0 in the hedonic scale. The sample with 10% CPS presented humidity below 28%. Addition of 7.5% CPS contributed to increase protein (45.62%), calcium (320%) and phosphorus (43.45%) contents from pan bread. These enriching levels have allowed this product to be classified as protein source, however a higher CPS concentration would be necessary to achieve the same classification regarding calcium and phosphorus. The final product presented a shelf-life of 6 and four days, with and without conserving agents, respectively.

Key words: pre-sliced bread, whey protein concentrate, nutritional enriching.

Dedico este trabalho á minha mãe Edilma (*in memoria*)
e ao meu pai Almir, pelo exemplo de vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre presente e iluminando minhas ações.

Aos meus pais Almir e Edilma (*in memoria*) e meus irmãos Fabrício, Fábio e Fázia pelo amor, amizade, carinho e incentivo incondicional na minha formação profissional e pessoal.

A professora Janeeyre Ferreira Maciel pela oportunidade de desenvolver este trabalho, por sua orientação e ensinamentos.

Ao professor José Galberto Martins da Costa pelo incentivo, carinho, dedicação, exemplo de conduta pessoal e científica, minha grande admiração.

A Universidade Federal da Paraíba e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela oportunidade.

Ao Professor João Andrade e a professora Maria José pelas contribuições e correções.

À CAPES, pelo apoio financeiro por meio de bolsa de estudo.

Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos Prof. Marcelino Cavalheiro, pela atenção e presteza.

Aos funcionários Gilvandro, Claudionor e Gisonaldo pela atenção e apoio oferecidos durante a realização experimental deste trabalho.

As alunas da graduação Natália e Bethânia pela ajuda nos experimentos.

Aos amigos do mestrado Geórgia, Fernanda Vanessa, Érica, Fátima, Juan e João Paulo (por cuidarem tanto de mim !!!)

Aos amigos Kelly, Jonatha e Osvaldo pelos dias em que convivemos juntos.

A Turma do LPPN/URCA Magaly, Elissandra, Carla, Nara Kelly, Paula, Samara, Eidla, Monalisa, Germana, Erlânio, Aracélio e Josniel pelo apoio e amizade.

Á todos que acreditaram em mim e se dispuseram a me ajudar mesmo em situações mais difíceis e nos obstáculos pelos quais tive que passar e superar para a realização deste trabalho.

1. INTRODUÇÃO

Mudanças consideráveis nos hábitos alimentares dos consumidores impulsionadas pelo novo estilo de vida e, particularmente, pelo aumento da consciência sobre dieta e saúde, têm estimulado a indústria de laticínios a lançar no mercado produtos de alto valor biológico, baixos teores de gordura e ricos em proteínas (HALL, 1992; USDEC NEWS, 2000), destacando-se o soro de leite em pó e o concentrado protéico de soro de leite (CPS). Esses ingredientes, além de conferirem benefícios nutricionais e terapêuticos, possuem propriedades que melhoram as características sensoriais e tecnológicas dos produtos, quando adicionados em suas formulações. Além disso, a industrialização do soro de leite fluido, principal poluente do setor de laticínios, na forma de derivados em pó, irá contribuir para a redução de problemas ambientais, causados pelo seu descarte em águas residuais.

O soro de leite é uma mistura de proteínas, lactose, minerais e uma pequena parte de gordura do leite. Todos esses componentes podem ser alterados conforme os requisitos específicos do produto em que será utilizado. Os três tipos de derivados de soro de leite mais usados são: o soro doce em pó, o soro em pó desmineralizado e os concentrados protéicos de soro.

O concentrado protéico de soro de leite (CPS) é uma substância obtida pela remoção de constituintes não protéicos do soro de modo que o produto final contenha não menos do que 25% de proteínas. Esse ingrediente pode apresentar diferentes concentrações de proteínas (25-90%) (RENNER, ABDEL-SALAM, 1991). Acima de 90%, é denominado isolado protéico de soro (USDEC NEWS, 2000).

No Brasil, o concentrado protéico de soro de leite para uso industrial é importado, o que aumenta a dependência tecnológica do país. Entretanto, avanços na tecnologia de produção de soro de leite em pó, especialmente pela utilização de sistemas de membranas, poderão contribuir para futuras implantações de plantas de processamento de concentrados protéicos em nosso país.

Os Estados Unidos é líder no desenvolvimento tecnológico e nas aplicações de proteínas de soro. Em 2000, cerca de 24% do soro de leite em pó e 2% do concentrado protéico de soro de leite usados em alimentos neste país foram destinados ao setor de panificação (USDEC NEWS, 2000).

O concentrado protéico de soro de leite (CPS) vem sendo aplicado em diversos produtos de panificação, especialmente devido às suas propriedades funcionais, que variam em função de seus componentes individuais e de suas condições de produção. Em pães, o CPS deve possuir boa capacidade emulsificante e gelificante, conferir sabor suave e levemente adocicado, originando compostos de *flavor*, resultando em aroma típico, e promover escurecimento da cor da casca do pão devido à reação de Maillard, resultante da interação entre lactose e proteínas.

A melhoria no valor nutricional dos pães é devida principalmente à elevação nos teores de proteínas e cálcio. As proteínas do soro contêm em quantidade e proporção adequada todos os aminoácidos essenciais à alimentação humana. São facilmente digeridas e tem ótima eficiência metabólica, o que lhes confere alto valor biológico. Na farinha de trigo, principal ingrediente da panificação, as proteínas são deficientes em alguns aminoácidos, o que lhes confere menor valor biológico (USDEC NEWS, 1999; EL-DASH, CAMARGO, DIAZ, 1982), e o cálcio é encontrado em baixa concentração (20 mg/100 g) e com menor biodisponibilidade (RENNER, ABDEL-SALAM, 1991).

Nesse trabalho foi elaborado pão de forma com concentrado protéico de soro de leite, visando à melhoria das características nutricionais, tecnológicas e sensoriais do produto final.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Desenvolver uma nova formulação de pão de forma pela adição de concentrado protéico de soro de leite (CPS), visando melhorar as características nutricionais, tecnológicas e sensoriais do produto final.

2.2. Objetivos específicos

Determinar as características físico-químicas e microbiológicas de concentrado protéico de soro de leite (CPS);

Elaborar pães de forma convencional e com adição de CPS, nas concentrações de 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10%;

Determinar características físico-químicas e sensoriais dos pães de forma elaborados;

Selecionar a melhor concentração de CPS a ser adicionada ao pão de forma, com base nos resultados da avaliação físico-química e sensorial;

Determinar a composição química do produto final com a concentração de CPS selecionada e do pão de forma convencional;

Determinar a vida-de-prateleira do produto final.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

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). Industrialmente existem dois tipos de soro de leite: o soro ácido ($\text{pH} < 5,1$) e o soro doce ($\text{pH} > 5,6$). O soro ácido é o subproduto do fabrico de caseína alimentar ou queijo fresco, resultado da acidificação do leite com adição direta de ácido, ou por produção *in situ* de ácido pela fermentação láctica. O soro doce é obtido após a coagulação do leite com quimosina (MULVIHILL, DONOVAN, 1987).

Em 2005, a produção de queijos no Brasil foi de 480 mil toneladas. Considerando que são necessários, em média, 10 L de leite para se produzir 1 Kg de queijo, estima-se que a produção de soro de leite neste ano foi de aproximadamente 4,3 bilhões de litros (BRASIL, 2007).

Historicamente, o soro de leite foi considerado um subproduto indesejado da fabricação do queijo (CAVALHEIRO, 2007), sendo a principal fonte poluidora do meio ambiente gerada pelo setor de laticínios. Grande parte do soro de leite gerado ainda é incorporada às águas residuais dos laticínios, o que é um crime previsto na Lei Federal n. 9605, de 12 de fevereiro 1998 (BRASIL, 1998a). Quando lançado em cursos d'água, o soro provoca enorme efeito poluidor pelo consumo de oxigênio, o que reduz a vida aquática. Possui Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 30.000 a 80.000 mg de O_2/L , contra cerca de 500 mg/L do esgoto doméstico. Por apresentar alta concentração de matéria orgânica e deficiência de nitrogênio, sua estabilização por métodos convencionais de tratamento biológico é dificultada (ANDRADE; MARTINS, 2002). Por outro lado, 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 lhes confere alto valor biológico (USDEC NEWS, 1999). A composição do soro de leite pode variar de acordo com o leite utilizado e tipo de queijo fabricado. No Quadro 1 encontram-se os valores diferenciados da composição média de soro de leite *in natura* obtidos por ação enzimática e por acidificação do leite.

Quadro 1. Composição do soro de leite doce e ácido *in natura*.

Parâmetro	Soro doce	Soro ácido
pH	6,3	4,6
Proteínas (%)	0,82	0,75
Lipídios (%)	0,07	0,03
Lactose (%)	4,77	4,71
Ácido láctico (%)	0,15	0,55
Cinzas (%)	0,53	0,69

Fonte: Morr, Ha (1993).

As proteínas do soro de leite são muito conhecidas pelo seu elevado valor nutricional. A concentração de aminoácidos essenciais tais como triptofano, leucina, isoleucina, treonina e lisina é superior a verificada no leite (Quadro 2). Possuem um dos mais altos índices de valor biológico em comparação a outras fontes de proteínas tais como ovos, leite, carne bovina, soja e caseína, além de ser um conjunto heterogêneo de proteínas que representam aproximadamente 20% do total das proteínas do leite (ANTUNES, 2003, SWAISGOOD, 1996). As proteínas do soro contêm níveis elevados de leucina e lisina em comparação ao isolado protéico de soja ou clara de ovo desidratada. Ainda, constitui uma boa fonte de aminoácidos contendo enxofre, tais como cisteína e metionina (RICHARDS, 2002).

Quadro 2 - Composição de aminoácidos essenciais do leite e do soro de leite (g/100 g de proteína).

Aminoácidos	g/100g (Proteína)	
	Leite	Soro de leite
Triptofano	1,4	2,1
Lisina	8,3	9,9
Metionina	2,7	2,4
Leucina	10,4	11,1
Isoleucina	6,4	6,8
Fenilalanina	5,2	3,8
Valina	6,8	6,8
Treonina	5,1	8,0

Fonte: Renner, Abdel-Salam (1991).

O soro de leite pode ser aproveitado como produto alimentício na forma fluida e em pó (integral ou fracionado). Na forma fluida pode ser usado na produção de ricota, bebidas lácteas e achocolatados, entre outros (UES *et al.*, 2006; ALMEIDA, BONASSI, ROÇA, 2001). A elaboração de pães com soro de leite fluido, em substituição a água da formulação, pode ser considerada uma ótima alternativa, importante para a melhoria do valor nutricional desses produtos, especialmente em termos de cálcio (CALDAS, 2007).

O soro de leite em pó obtido a partir da desidratação do soro fluido possui ampla aplicação na indústria alimentícia. Tem sido usado em larga escala em produtos tradicionais como pães, bolos, bolachas, biscoitos, tortas, sobremesas, *cookies*, *donuts* e *waffles* (USDEC NEWS, 2003). No Brasil, a produção anual tem aumentado consideravelmente principalmente nas regiões Sul e Sudeste. A produção anual de uma única empresa está estimada em 22.000 toneladas por ano, o que corresponde a 35,5% do consumo nacional (ALIBRA, 2007).

De acordo com Azevedo (2007) a elaboração de pães de forma com 5% de soro de leite em pó resultou em produto final com boa aceitação sensorial, contribuindo para melhoria do valor nutricional principalmente em termos de proteínas, cálcio e fósforo.

3.2. Concentrado protéico de soro de leite (CPS)

O concentrado protéico de soro de leite (CPS) é uma substância obtida pela remoção de constituintes não protéicos do soro de modo que o produto final contenha não menos do que 25 % de proteína. Esse produto está disponível numa ampla faixa de concentrações de proteínas (35, 50, 65 e 80 g proteínas/100 g CPS). Porém, quando essa porcentagem está acima de 90 % de proteínas, o produto é denominado isolado protéico de soro (RENNER, ABDEL-SALAM, 1991).

Esse derivado é obtido por concentração do soro de leite fluido. No processo de concentração podem ser utilizadas diferentes técnicas como precipitação, filtração, ou diálise (RENNER, ABDEL-SALAM, 1991). A baixa concentração de proteínas no soro de leite fluido (cerca de 0,8 %) e o elevado conteúdo de água e lactose (94% e 4,5%, respectivamente) aumentam os custos com tecnologia para concentrá-lo, especialmente por ultrafiltração. Porém, quando os laticínios investem no aproveitamento e concentração do soro de leite, acabam se favorecendo dos benefícios nutricionais e tecnológicos que as proteínas do soro oferecem (ANTUNES, 2003).

3.2.1. Processo de obtenção

As proteínas e lipídios do soro são recuperados comercialmente por ultrafiltração, porque em virtude do tamanho de suas moléculas, ficam retidos, enquanto a lactose e as cinzas podem atravessar a membrana. O fluxo de retido (5,7% de proteína) é encaminhado aos evaporadores e secador tipo *spray drier* para produzir concentrado protéico de soro de leite pulverizado (Figura 1). A diafiltração (DF) é utilizada para aumentar a concentração de proteínas dos sólidos totais no retido, especialmente, para a produção de CPS com concentrações de proteínas acima de 40%. A adição de água deionizada na DF aumenta a permeação de componentes não-protéicos pela membrana, aumentando a concentração de proteínas dos sólidos totais no retido (Figura 2). Essa técnica é utilizada geralmente em plantas de ultrafiltração (UF) com muitos estágios (YEE, WILEY, BAOB, 2007).

A performance de uma planta de ultrafiltração para processamento de CPS pode ser medida em termos de taxa de fluxo do retido e de concentração de proteínas dos sólidos totais, sendo portanto dependente da composição do soro de leite, que varia de acordo com o tipo de queijo produzido (YEE, WILEY, BAOB, 2007).

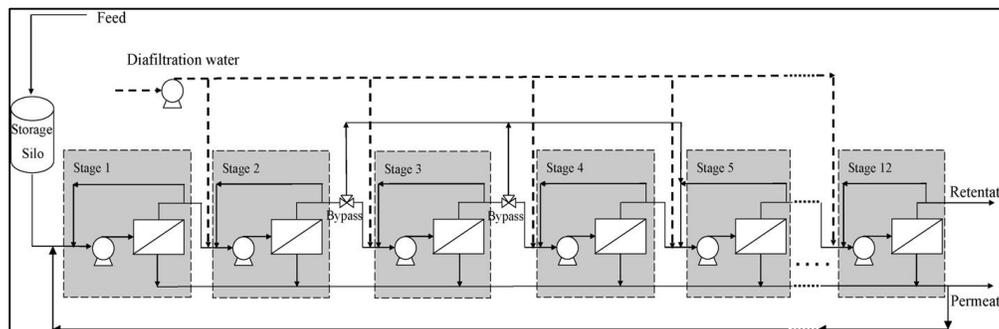


Figura 1 - Diagrama esquemático do processo de obtenção do concentrado protéico de soro de leite.

Fonte: Yee, Wiley, Baob (2007).

Entre as aplicações mais promissoras da tecnologia de membranas no processamento do soro de leite estão o preparo de concentrados de elevada concentração protéica, o fracionamento de proteínas do soro e a preparação de frações protéicas ou proteínas isoladas do soro, com propriedades funcionais específicas (JOST *et al*, 1999, ROSENBERG, 1995).

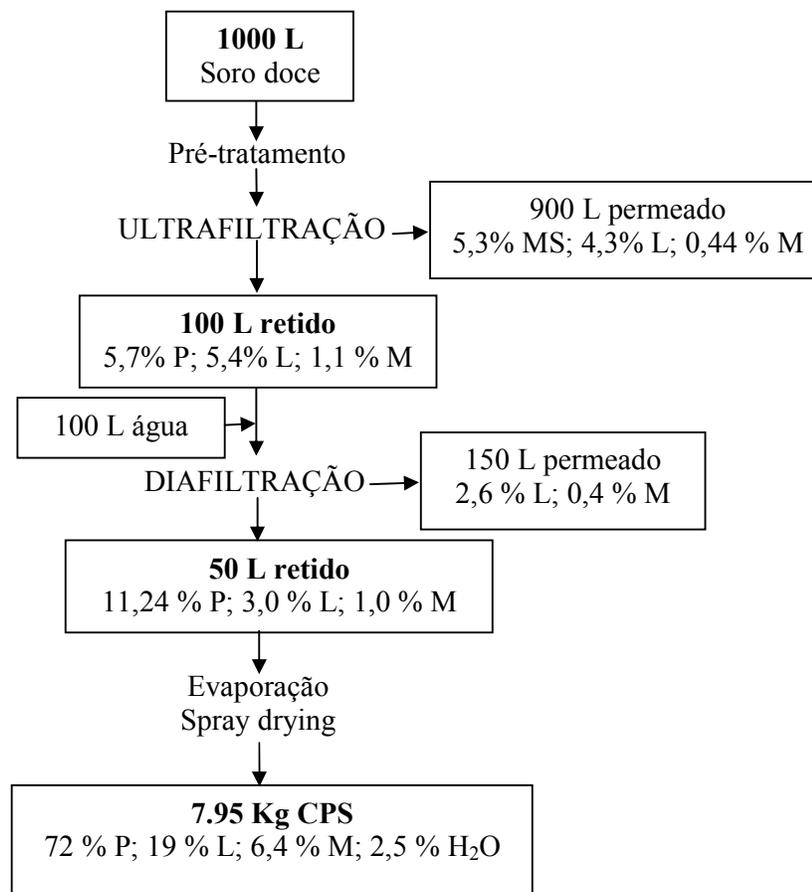


Figura 2 - Processo de produção de concentrado protéico de soro de leite.

Fonte: Renner, Abdel-Salam (1991).

MS: matéria seca; P: proteína; L: lactose; M: minerais.

Avanços feitos no desenvolvimento de processos tecnológicos incluindo ultrafiltração, microfiltração, diafiltração e membranas de troca iônica, possibilitaram separar formas de proteínas individuais e frações protéicas relativamente puras. Essa separação comercial se expandiu favorecendo o uso de proteína de soro fracionada como suplemento nutricional, como ingrediente em cosmético e produtos farmacêuticos (RANTAMAKI *et al.*, 2006). Exemplos de recentes avanços incluem:

- 1) Proteínas de soro como ingredientes de alimentos fisiologicamente funcionais;
- 2) A α -lactalbumina e β -lactoglobulina, principais proteínas componentes do soro, como ingredientes nutricionais e especializados em alimentos fisicamente funcionais;

- 3) Componentes secundários de proteína de soro, tais como lactoferrina e glicomacropéptidos, como ingredientes de alimentos especializados e importantes reagentes biotecnológicos.

3.2.2. Características nutricionais

O concentrado protéico de soro de leite é fonte de proteínas e minerais de alta qualidade e valor biológico (USDEC NEWS, 1999). É composto por quatro frações protéicas principais que apresentam pontos isoelétricos de 5,2 (β -lactoglobulina), 4,2-4,5 (α -lactoalbumina), 4,7-4,9 (albumina do soro bovino) e 5,5-8,3 (imunoglobulinas). Esse ingrediente lácteo com 35% de proteína é constituído por 51,5% de lactose, 3% de gordura, 6,7% de cinzas e 3,8% de umidade. Com o aumento da concentração de proteínas no CPS, ocorre elevação nos teores de lipídios e cinzas (QUADRO 3).

Quadro 3. Composição dos concentrados protéicos de soro de leite com diferentes percentuais de proteína.

Componentes	Concentrado protéico de soro de leite (%)			
	35	50	65	80
Umidade (%)	4,6	4,3	4,2	4,0
Proteínas (%)	36,2	52,1	63,0	81,0
Lactose (%)	46,5	30,9	21,1	3,5
Lipídios (%)	2,1	3,7	5,6	7,2
Cinzas (%)	2,1	3,7	5,6	7,2

Fonte: Kilara (1994).

O soro de leite, na forma de concentrado protéico de soro de leite, representa uma mistura de proteínas com importantes propriedades físicas, químicas e funcionais, desempenhando papel na nutrição, como uma fonte excepcionalmente rica e balanceada de aminoácidos essenciais de elevada digestibilidade e rápida absorção tais como triptofano, leucina, isoleucina, treonina e lisina (RENNER, ABDEL-SALAM, 1991; REGESTER *et al.*, 1996; SMITHERS *et al.*, 1996).

Para conservar a agilidade do corpo e a saúde em geral, os Valores Diários Recomendados (%VD) para proteína é de 0,8 g/kg de peso corporal, suficiente para um estilo de vida sedentária. No entanto, as necessidades de proteína de uma pessoa também dependem do estilo de vida individual de cada um, condição física, estado geral de saúde, idade, sexo e disponibilidade de carboidratos no organismo. As proteínas diferem na sua habilidade para prover aminoácidos prontamente disponíveis para essas discrepantes necessidades. Como resultado, diferentes quantidades e tipos de proteínas podem satisfazer melhor as necessidades de grupos específicos, como por exemplo, crianças, atletas ou anciãos, e a diferentes condições fisiológicas (USDEC NEWS, 2006).

O índice de eficiência protéica e valor biológico de proteínas do CPS superam os obtidos pelas caseínas, especialmente por serem ricas em aminoácidos sulfurados (ANTUNES, 2003; SWAISGOOD, 1996).

Evidências científicas continuam mostrando que o CPS contém uma variedade de nutrientes e fatores capazes de melhorar a saúde e prevenir doenças. Recentemente tem-se apresentado como uma alternativa nas áreas de bioavaliação de nutrientes, regulamento de crescimento celular e maturação, probióticos, prebióticos, eliminação de toxina e virulência de patógenos. Todos esses fatores indicam que há potencial para produzir alimentos funcionais e nutracêuticos, ambos para prevenir o organismo contra doenças infecciosas e crônicas usando CPS (USDEC NEWS, 2006).

A adição de CPS nas formulações de alimentos pode contribuir de diferentes formas, para a melhoria nutricional dos produtos finais, promovendo aumento no desempenho físico de esportistas, fortificando alimentos em dietas restritas, particularmente para uso geriátrico e hospitalar, diminuindo a pressão sanguínea, auxiliando na diminuição de alguns fatores de risco de doenças crônicas e estimulando a secreção de insulina (ANDERSON, 2006; BAER, 2006; RENNER, ABDEL-SALAM, 1991).

As proteínas do CPS possuem aminoácidos essenciais em quantidades superiores as recomendadas, exceto os aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina), que atendem às recomendações para todas as idades (SGARBIERI, 2004).

No Quadro 4, estão descritos os aminoácidos presentes no concentrado protéico de soro de leite a 35% de proteínas.

Quadro 4 - Composição de aminoácidos (g/100 g) no concentrado protéico de soro de leite com 35% de proteínas

Aminoácidos	CPS ¹	CPS ²	Recomendações FAO/OMS ³
Treonina	6,68	5,59	3,4
Metionina + Cisteína	2,46	4,92	2,5
Valina	5,42	2,47	3,5
Leucina	10,55	12,53	6,6
Isoleucina	5,69	4,57	2,8
Fenilalanina + Tirosina	3,14	5,74	5,8
Lisina	9,97	8,48	5,8
Histidina	5,54	1,64	1,9
Triptofano	-	1,55	1,1

Fonte: ¹Pacheco *et al.* (2005); ²Lara *et al.* (2005); ³FAO/OMS (1989).

Uma das proteínas do CPS mais abundantes, a α -lactoalbumina, é uma coenzima que participa na síntese da lactose. A lactoferrina, a lactoperoxidase e as imunoglobulinas são exemplos de proteínas do CPS que possuem funções específicas na proteção de recém-nascidos, que não adquiriu a imunidade necessária no útero (JELEN, LUTZ, 1998).

Atribuem-se também às proteínas do CPS possíveis atividades contra o câncer, hipocolesterolêmica, antiinflamatória, de proteção e reparo das células entéricas, entre outras (MCINTOSH *et al.*, 1998). Em outras pesquisas, são encontrados relatos sobre a ação imunomoduladora (MORENO, 2002), antiulcerogênica (ROSANELI, 2002) e para os hidrolisados protéicos, ação anti-hipertensiva (COSTA, 2004).

As proteínas de CPS representam uma alternativa para aumentar os níveis celulares de glutathione (GSH) sempre que necessário. O efeito fisiológico observado depende dos peptídeos glutamilstina contidos na albumina, β -lactoglobulina, lactoferrina e imunoglobulina G, sendo importante manter a integridade desses componentes protéicos (BRINK, 1996; BOUNOUS, 2000).

A diminuição nos níveis celulares de glutatona foi observada em várias doenças, incluindo Parkinson, Alzheimer, aterosclerose, catarata, fibrose cística, AIDS e câncer (MONTAGNIER, OLIVIER, PASQUIER, 1998). Por outro lado, a demanda fisiológica do organismo por GSH pode existir sob várias condições, incluindo: produção de oxiradicais endógenos durante atividade imune e exercício muscular intenso; desintoxicação de poluentes e proteção contra radiação. Aceita-se que em situações de desafio, a competição por precursores de glutatona pode levar a deficiências funcionais isoladas ou múltiplas. O sistema imune necessita de glutatona, podendo competir por seus precursores com outros órgãos envolvidos na defesa do organismo contra poluentes ou radiação ultravioleta (BOUNOUS, 1997).

O uso do CPS no tratamento prévio de animais em modelos de úlcera induzida por indometacina e por etanol, foi capaz de reduzir as lesões gástricas produzidas, o que demonstra um possível envolvimento desse produto protéico no mecanismo de citoproteção. Além disso, o efeito protetor parece ser mais eficaz acima de duas doses, parecendo estabelecer um nível máximo de proteção próximo ao tratamento subcrônico (ROSANELI, 2002).

A análise comparativa do efeito do CPS e da cimetidina, droga anti-ulcerogênica, sugere que o CPS pode ser utilizado como coadjuvante dietético no controle e/ou tratamento de úlcera gástrica provocada por antiinflamatórios não esteroidais, provavelmente como mecanismo de proteção à mucosa gástrica (ROSANELI, 2002).

O CPS é considerado uma boa fonte de minerais como cálcio, fósforo e magnésio, mantendo a mesma proporção cálcio-fósforo presente no leite. Com relação às vitaminas, o CPS é uma fonte significativa de vitamina B₁₂, riboflavina e tiamina (RENNER, ABDEL-SALAM, 1991). Produtos lácteos, como o soro e seus derivados, são fontes principais de cálcio, devido ao elevado teor desse mineral. O cálcio é o mineral mais abundante e importante do corpo humano, constituindo cerca de 1,5 a 2% do peso corpóreo e 39% dos minerais corpóreos. Esse mineral atua no organismo regulando 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 pela perda da massa óssea e deterioração do tecido ósseo, conduzindo à

fragilidade do osso e ao aumento do risco de fraturas (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 1998).

Segundo Morais, Burgos (2007) o fósforo é regulador da formação óssea e inibir da reabsorção, contudo, há concordância de que altas quantidades poderiam ser prejudiciais para o osso. Kawaural, Nishida, Takeda (2005) sugeriram que ingestão superior a 1.000 mg/dia de Ca e relação cálcio/fósforo superior a 0,74 foram associados com melhores valores de densidade mineral óssea em mulheres jovens. Pesquisas realizadas por Koshihara *et al.*, (2004) evidenciou resultados que sugeriam que a elevação da razão dietética cálcio/fósforo pode inibir a perda óssea e elevar a absorção intestinal de Ca em ratos.

Nas proteínas animais, o fósforo é encontrado na forma de fosfato, sendo liberado durante a digestão, em contraste, muito do fósforo vegetal é encontrado na forma de fitato, de difícil digestão e, por isso, pouco fósforo é absorvido. Deve-se levar em consideração, no momento do planejamento dietético, não somente a proporção cálcio/fósforo da dieta, como também a origem (animal ou vegetal) do fósforo dietético para prevenção/tratamento da osteoporose (OMI, EZAWA, 2001).

Necessidades dietéticas variam nos estágios da vida, sendo maiores durante o rápido crescimento de crianças/adolescente, gestação/lactação e envelhecimento (BONJOUR, 2005). 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. Entretanto, quando se avalia a fonte de cálcio, a quantidade é mais importante que a própria biodisponibilidade (COZZOLINO *et al.*, 2005). Pesquisas realizadas com a utilização de duas diferentes fontes de cálcio (carbonato de cálcio e cálcio lácteo) na fortificação de pães favoreceram o enriquecimento desse alimento e permitiu classificá-lo como alimento fonte 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 (RANHOTRA *et al.*, 2000).

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

O consumo de dietas que atendam às recomendações de Ca (através das DRIs), nos quais este nutriente esteja biodisponível como produtos lácteos, deve ser incentivado como estratégia primária na prevenção da osteoporose (KAWAURAL, NISHIDA, TAKEDA, 2005).

As concentrações de cálcio e outros minerais podem ser alteradas durante processo de obtenção de CPS. As concentrações de minerais são reduzidas por eletrodialise e ultrafiltração, e ajustadas para alcançar propriedades funcionais específicas a certos produtos (PINTO *et al.*, 2002). Dados de uma pesquisa realizada com mais de 5.500 mulheres de vários países, todas com 50 anos de idade ou mais, mostraram que a ingestão de quantidades adequadas de cálcio no consumo de leite, soro de leite e CPS diminuíram 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). Alguns pesquisadores têm discutido que esse mineral desempenha um papel protetor essencial contra a hipertensão, hipertensão gestacional e câncer de cólon-retal (RANHOTRA *et al.*, 2000).

O consumo adequado de cálcio também é crucial para um pico de massa óssea durante as fases de crescimento (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 na menopausa aumenta a renovação e diminui a formação óssea em cada unidade de remodelação, levando à perda de massa óssea, o que está associada 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, 2000; LANZILLOTTI *et al.*, 2003). No Brasil, a ingestão diária de cálcio é de apenas 300-500 mg, sendo recomendados 1000-1200 mg, para a população adulta (NUTTI, 2005). As DRI's (Dietary Reference Intakes) propõem 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 (BATTESTIN,

2002), podendo prejudicar a estrutura óssea, provocar raquitismo, retardar o crescimento, falhas no mecanismo de coagulação do sangue, distúrbios nervosos, contrações musculares convulsivas e osteoporose.

3.2.3. Propriedades funcionais

As propriedades funcionais das proteínas do CPS dependem de sua composição, estrutura e, conseqüentemente, de suas propriedades físico-químicas. Portanto, é necessário conhecer as características fundamentais das proteínas para entender e explicar seu comportamento tecnológico e funcional (KINSELLA, RECTOR, PHILLIPS, 1994; MITCHELL, HILL, 1995; SINGH, YE, HAVEA, 2000).

Quanto mais elevado é o nível da qualidade de insumos como o CPS melhor é a sua funcionalidade para o desenvolvimento de produtos. Geralmente, o CPS com conteúdo de proteína mais elevado tem a funcionalidade melhorada em relação às de mais baixo conteúdo de proteína (DIAS, 2004).

A funcionalidade das proteínas é um fator complementar à qualidade nutricional. Do ponto de vista tecnológico, as propriedades funcionais importantes são aquelas que melhoram o comportamento tecnológico da proteína, melhorando as características de aparência e sensoriais dos produtos que as contêm. Dentre essas propriedades, as de maior interesse são: solubilidade, capacidade de retenção de água e gordura, capacidade de emulsificação e estabilidade de emulsões, capacidade de formação de espuma e estabilidade de espuma, capacidade de geleificação e propriedades dos géis, formação de filmes comestíveis e/ou biodegradáveis, microparticulação de proteínas e interações proteína-hidrocolóides (SATTERLEE, 1981; KATO, KOBAYASHI, 1991; RAEMY, LAMBELET, 1991; QUEGUINER *et al.*, 1992; XU *et al.*, 1992; BOMBARA, PILOSOV, AÑÓN, 1994; LEGAWO *et al.*, 1996; OTTE *et al.*, 1996; VAGHELA, KILARA, 1996).

Dentre as propriedades funcionais mais importantes apresentadas por proteínas do CPS destaca-se a solubilidade em amplas faixas de pH, concentração de proteína, temperatura e condições iônicas. O modo de produzir concentrados ou isolados protéicos de soro pode resultar em alguma desnaturação protéica pelo calor, agregação da proteína com Ca^{+2} , interação com lactose e lipídios polares, tendendo a reduzir a solubilidade das proteínas. As proteínas do soro que não sofreram desnaturação térmica permanecem completamente solúveis na faixa de pH que varia de 4 a 5, sendo possível estimar o grau de

desnaturação protéica, pelas medidas de solubilidade de concentrados em pH 4,6 (MORR, FOEGEDING, 1990; MORR, HA, 1993).

A solubilidade é um pré-requisito para as outras propriedades funcionais, tais como capacidade espumante, de emulsificação e de geleificação. Essa propriedade 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. A solubilidade depende da composição em aminoácidos, conformação, peso molecular e proporção entre os grupos hidrofóbicos (normalmente situados na parte interior da molécula) e hidrofílicos situados na superfície das proteínas, sendo fortemente influenciada por fatores como pH, força iônica e temperatura (SGARBIERI, 1996).

Produtos derivados de soro como CPS potencializam a capacidade de retenção de água em produtos de panificação conferindo numerosos benefícios ao produto.

A capacidade de um produto reter água reduz os custos de fabricação sem contato manual, melhora a textura do produto e ajuda a conservar as qualidades gustativas (*mouthfeel*) em formulações com teor de gordura reduzido (KENNY *et al.*, 2001). O concentrado protéico de soro de leite ajuda a construir a estrutura desses produtos por meio da formação de géis irreversíveis (massa firme) coagulados por calor. A firmeza do gel melhora à medida que aumenta a concentração de proteína. Possui capacidade emulsificante, fazendo com que se reduzam os níveis adicionados desse aditivo, auxiliando na dispersão da gordura na massa de muitos produtos de panificação. Ainda, contribui para a formação de cor e aroma agradáveis, além de aumentar a vida-de-prateleira dos pães (MORR, FOEGEDING, 1990; USDEC NEWS, 1999).

3.2.4. Aplicações do CPS na indústria de alimentos

Proteínas de soro são aplicáveis em muitos tipos de alimentos por causa do bom valor nutricional e propriedades funcionais versáteis (RANTAMAKI *et al.*, 2006). O uso de soros lácteos e concentrados protéicos de soro são permitidos como ingredientes opcionais em formulações de alimentos, o que não só torna possível ao fabricante reduzir o custo total do produto, como também melhorar a qualidade nutricional, sobretudo no caso de proteínas e cálcio (USDEC NEWS, 1999).

Em algumas pesquisas, foi verificado que as características sensoriais de barras elaboradas com proteínas lácteas, sobretudo soro em pó, concentrado protéico e isolado protéico, oferecem boa aparência (brilho, lisura), textura (flexibilidade, firmeza, umidade e mastigabilidade), comparadas com barras menos mastigáveis feitas com proteínas de outras origens (USDEC NEWS, 2004).

Ingredientes derivados do soro são incorporados em produtos de panificação por causa dos benefícios nutricionais e funcionais deles. Benefícios nutricionais incluem conteúdo de cálcio aumentado e suplementação de aminoácidos essenciais como lisina, metionina e triptofano. Benefícios funcionais em pão incluem melhoria de massa que controla propriedades e qualidade de pão, como *flavour*, cor de crosta, e textura do miolo (KENNY, WEHRLE, STANTON, 2000).

Segundo Vitti (1981), as proteínas de soro de leite são excelentes ingredientes para elaboração de produtos de panificação, podendo melhorar o aroma, sabor, textura, vida-de-prateleira e o valor nutritivo desses produtos. O uso de soro de leite nestes produtos, é importante do ponto de vista nutricional, econômico e ambiental, considerando o que esse representa para os consumidores, às indústrias e à sociedade.

Os Concentrados protéicos de soro de leite podem ser utilizados para substituir clara de ovo, ovo inteiro e leite em pó desnatado em produtos de panificação, oferecendo vantagens econômicas, nutricionais, microbiológicas, bem como apresentar o rótulo do valor nutricional mais atrativo (USDEC NEWS, 2003).

A produção de biscoitos com adição de 5% CPS 80 (80% de proteína) produziu uma diminuição na firmeza e consistência da massa e na tensão da textura de biscoitos, gerou um aumento na coesividade da massa, favorecendo a produção de um ótimo produto, o que não foi observado na massa com CPS a 40 % de proteína (CONFORTI, LUPANO, 2004).

3.3. Produtos de panificação

No Brasil, o setor de panificação possui 52 mil empresas, sendo cerca de 105 mil empresários atuando junto ao setor com faturamento de aproximadamente R\$ 25 bilhões por ano de acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Panificação (ABIP, 2006). Neste setor, há uma diversidade de produtos que são comercializados, tais como: pão doce, pão de forma, pão para cachorro quente e hambúrguer, pão francês, biscoitos,

entre outros.

A legislação brasileira (BRASIL, 2005b) define pão como sendo um produto obtido da farinha de trigo e ou outras farinhas, adicionados de líquido, resultantes do processo de fermentação ou não e cocção, podendo conter outros ingredientes, desde que não descaracterizem os produtos. Podem apresentar cobertura, formato e textura diversos.

O pão é um produto bastante popular no Brasil, com consumo *per capita* de 27 quilos por ano, consumido na forma de lanche, ou mesmo junto com as refeições principais. Sua popularidade é devida, sem dúvida, ao excelente sabor, preço e disponibilidade junto a milhares de padarias e supermercados do país (ESTELLER, 2004). Além de ser uma fonte essencial de carboidratos, é um elemento fornecedor de energia de rápida metabolização. Como sanduíche, quando combinado com outros alimentos de alto valor nutricional, como queijo, carne, presunto, tomate, alface, pode representar uma refeição de bom valor nutritivo (INMETRO, 2006).

O pão de forma está ocupando a terceira posição na preferência do consumidor, entretanto este tipo de produto está em ascensão, pois se tem registrado um aumento na ordem de 6% (ESTELLER, 2004; ABIP, 2007). Dentro desta categoria, o pão branco é o rei à mesa, com mais de 84% do valor total faturado, no entanto os integrais estão conquistando lentamente o seu espaço, representando 16%, e são estes que têm apresentado crescimento mais elevado em face aos anos anteriores (MARQUES, 2007).

De acordo com a Resolução n. 90 de 18 de outubro de 2000, o pão de forma é um produto obtido pela cocção da massa em formas, apresentando miolo elástico e homogêneo, com poros finos e casca fina e macia (BRASIL, 2000).

A qualidade do pão de forma pode ser avaliada mediante análises físicas, físico-químicas, macroscópicas, microscópicas, microbiológicas e sensoriais. O pão de boa qualidade apresenta miolo consistente, cavidades irregulares, textura macia e aveludada, sedosa e elástica. (BRASIL, 2000; SÃO PAULO, 1978).

3.3.1. Enriquecimento nutricional de pães

Os pães possuem certas deficiências nutricionais que podem ser supridas ou reduzidas por meio do enriquecimento da farinha de trigo (BRASIL, 2002) ou por adição de ingredientes na formulação. Na farinha de trigo, principal ingrediente da panificação, o cálcio é encontrado em baixa concentração (20 mg/100 g) e com menor biodisponibilidade

que o cálcio presente no soro (60 mg/100 mL) (OLIVEIRA, MARCHINI, 1998). Ainda, existe a deficiência de aminoácidos essenciais tais como a lisina e metionina, que conferem as proteínas do trigo um menor valor biológico (QUAGLIA, 1991).

O pão é um dos alimentos mais difundidos e uma das principais fontes calóricas da dieta de muitos países, e por esse motivo vem sendo alvo de muitos estudos de enriquecimento com proteínas e minerais (ILYAS, 1996). Além de ser uma fonte essencial de carboidratos, é um elemento fornecedor de energia de rápida metabolização.

Possamai (2005) fez enriquecimento do pão de mel com diferentes níveis de substituição de farinha de trigo (5%, 10%, 15% e 20%) por farelo de trigo, linhaça, farinha de soja e aveia em flocos, tendo os pães que receberam farelo de trigo ou linhaça obtido as maiores notas no teste de aceitação.

O enriquecimento de pão tipo hot-dog com ferro aminoquelato, oferecido na alimentação de crianças promoveu um impacto positivo na elevação da concentração de hemoglobina do sangue, sendo efetivo na prevenção da anemia. Foram avaliadas 275 crianças, de 1 a 6 anos, de quatro creches da Prefeitura do Município de São Paulo - PMSP, onde duas creches receberam, por 34 dias letivos, o pão enriquecido, e as outras duas, pão sem enriquecimento. Após este período, o grupo suplementado apresentou valor de hemoglobina significativamente maior ($p=0,01$) e queda de 21,0% para 12,6% na prevalência de anemia; já o grupo não suplementado, valor de hemoglobina não significativo ($p=0,83$) e aumento de 13,6% para 18,2% na prevalência. Conclui-se que o pão enriquecido com ferro tem efeito positivo na concentração da hemoglobina e efetividade na prevenção da anemia ferropriva (VELLOZO, FAGIOLI, SILVA, 2003).

O pão francês foi enriquecido com subproduto da obtenção do extrato aquoso da soja, *okara*. Os resultados das análises físico-químicas revelaram que os pães suplementados com farinha *okara* tiveram uma elevação do teor de proteínas, e em graus mais significativos, uma elevação do teor de fibras alimentares. Esses pães tiveram boa aceitação sensorial (BOWLES, 2005).

Centenaro *et al.* (2007) desenvolveu e testou aceitação de pães enriquecidos com pescado objetivando aumentar a quantidade de proteína no pão, melhorando seu valor nutricional. Foram desenvolvidas cinco formulações de pães com 30%, 40% e 50% de polpa lavada úmida (PU) e 3% e 5% de polpa lavada seca (PS) à base de farinha. Além das análises físico-químicas, foram realizadas avaliações sensoriais e tecnológicas. Os

produtos apresentaram boa aceitação sensorial, apesar das características tecnológicas terem sido prejudicadas ao se adicionar mais de 3% de PS. O conteúdo protéico dos pães com 3% e 5% de PS e 50% de PU apresentou aumento de 31%, 45% e 48%, respectivamente, em relação ao tipo padrão.

Gandra *et al.* (2008), verificou a substituição do emulsificante monoglicérido pela enzima lipase em formulação de pão de forma enriquecido com fibras para os atributos sensoriais aparência, textura, sabor e aroma obtendo valores médios entre 6,53 e 7,78. Para os atributos sensoriais da amostra controle, foram obtidos valores médios de 5,31 a 6,97.

O uso de soros lácteos e concentrados protéicos de soro de leite são permitidos como ingredientes opcionais em formulação de alimentos, o que não só torna possível ao fabricante reduzir o custo total do produto, como também melhorar a qualidade nutricional, sobretudo de cálcio e proteínas (USDEC NEWS, 1999).

Caldas (2007) elaborou pão de forma com soro de leite fluido, onde a formulação foi modificada substituindo totalmente a água pelo soro de leite fluido. Essa adição de soro resultou em produto final com boa aceitação sensorial e contribuiu para melhoria nutricional, especialmente em termos de cálcio e fósforo.

Azevedo (2007) utilizou diferentes concentrações de soro de leite em pó na formulação de pão de forma convencional, a concentração de 5% foi a que apresentou melhor aceitação sensorial e propriedades tecnológicas. Essa adição contribuiu na melhoria nutricional do produto especialmente de proteínas, cálcio e fósforo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Campus I da Universidade Federal da Paraíba, na Padaria Piloto do Centro de Tecnologia, com a colaboração dos Laboratórios de Análise de Alimentos, Química, Bioquímica de Alimentos, Microbiologia de Alimentos e Análise Sensorial.

Os experimentos foram realizados com delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Para a seleção da melhor concentração de CPS a ser adicionada à formulação do pão de forma, foram avaliados cinco tratamentos: 0%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10%. Na determinação da vida-de-prateleira, dois tratamentos foram testados: com e sem o conservante, propionato de cálcio a 0,2%.

4.1. Avaliação físico-química e microbiológica do CPS

O concentrado protéico de soro de leite a 35% de proteína (*Dairy-Lo*) foi fornecido pela empresa Tovani Benzaquen Rep. Ltda. Esse ingrediente foi submetido à avaliação físico-química e microbiológica.

4.1.1. Avaliação físico-química

O CPS foi submetido às seguintes análises: determinação de pH, acidez, umidade, cinzas, lipídios, proteínas, cloretos, cálcio e fósforo. As metodologias adotadas nas análises, exceto para fósforo, foram as recomendadas pelo Instituto Adolfo Lutz – IAL (BRASIL, 2005c).

O pH foi determinado em potenciômetro previamente calibrado, seguindo as instruções do fabricante (017/IV). A acidez, expressa em ácido láctico, foi determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M (016/IV).

O teor de umidade foi determinado por aquecimento até peso constante a 105°C (012/IV) e o resíduo mineral fixo por incineração em mufla a 550°C (018/IV). A fração lipídica foi determinada por extração com solvente (hexano), em extrator tipo Soxhlet por aproximadamente 10 horas (032/IV), e o teor de proteínas, pelo método padrão de Kjeldhal, utilizando-se o fator de conversão nitrogênio/proteína igual a 6,38 (036/IV). O teor de carboidratos (lactose) foi determinado por diferença. O teor de cloretos (028/IV) foi

determinado pelo método titulométrico das cinzas da amostra de CPS com nitrato de prata, e o teor de cálcio por volumetria com EDTA 0,01 M (386/IV). O teor de fósforo foi determinado pelo método clássico colorimétrico do molibdato de amônio, em espectrofotômetro, com comprimento de onda de 660nm (RANGANNA, 1979).

4.1.2. Avaliação microbiológica

O concentrado protéico de soro de leite foi submetido às seguintes análises microbiológicas: contagem total de bactérias aeróbias mesófilas (UFC/g), contagem de bolores e leveduras (UFC/g), determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e fecais (NMP/mL) e pesquisa de *Salmonella*. A metodologia adotada foi a recomendada pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA (BRASIL, 2003).

4.2. Elaboração dos pães de forma

Os pães de forma foram obtidos a partir da formulação descrita no Quadro 5, que utiliza a farinha de trigo como base para a determinação das percentagens dos demais ingredientes adicionados à massa. Os pães foram formulados de acordo com o fluxo de processo apresentado na Figura 2.

Quadro 5 – Formulação do pão de forma convencional.

Ingredientes	Quantidade (g)	Quantidade %
Farinha de trigo	1000	100
Açúcar cristal	60	6
Gordura vegetal hidrogenada	40	4
Fermento biológico	8	0,8
Sal	18	1,8
Água	600	60

Fonte: Maciel *et al.*, (2003).

A formulação do pão de forma convencional foi modificada pelo acréscimo do concentrado protéico nas concentrações de 2,5 %, 5,0 %, 7,5 % e 10 %. Para a avaliação da vida-de-prateleira do pão de forma com CPS, foram feitas duas formulações distintas, uma

sem conservante e outra com 0,2% propionato de cálcio. Os pães de forma foram elaborados de acordo com as etapas demonstradas na Figura 3.

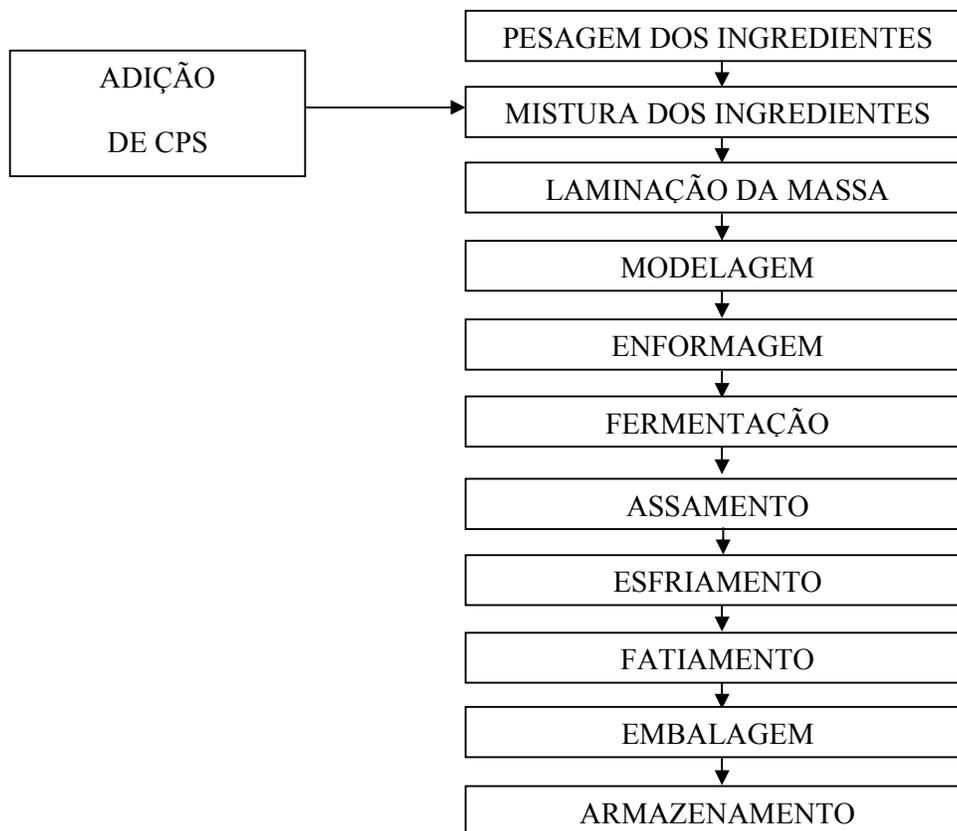


Figura 3 - Diagrama das etapas de elaboração dos pães de forma.

Inicialmente, foi realizada a pesagem dos ingredientes secos, misturados, juntamente com a água, em uma masseira com velocidade lenta por 15 minutos. A massa resultante da mistura foi submetida a um descanso por, aproximadamente, 10 minutos. Em seguida foi laminada em um cilindro, para melhorar o desenvolvimento do glúten, e depois dividida em unidades de 750 g, que foram modeladas, e colocadas em formas previamente untadas com gordura vegetal e submetidas à fermentação final a 35⁰C por aproximadamente 1,5 horas. Após o término da fermentação, os pães foram assados em temperatura a 180⁰C, por aproximadamente 20 minutos, aplicando-se vapor por 20 segundos. Depois de assados, os pães foram desenformados e esfriados, para serem posteriormente fatiados e acondicionados em sacos de polietileno, até serem analisados. Para elaboração dos pães com conservante, o fermento foi ativado previamente, utilizando-

se parte da água e do açúcar da formulação para a sua dissolução. O fermento suspenso nessa mistura foi incubado a 35°C por 30 minutos, sendo misturado a massa do pão, após a adição de água a farinha.

4.3. Caracterização dos pães

4.3.1. Avaliação físico-química dos pães

Os pães de forma com 0%, 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10% de CPS foram submetidos às determinações de pH, acidez, umidade e volume específico. O pH, acidez e umidade foram determinados conforme descrito no item 4.1.2. O volume específico foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço (EL-DASH, CAMARGO, DIAZ, 1982). As formulações de pães que resultaram em produto final com volume específico $\geq 3,5$ foram posteriormente submetidas à avaliação sensorial.

4.3.2. Teste de aceitação sensorial

As amostras de pães de forma com adição de concentrado protéico e de pão de forma convencional foram submetidas ao teste de aceitação por escala hedônica, utilizando-se a metodologia (165/IV) recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz – IAL (BRASIL, 2005c). Esse teste foi conduzido com 94 provadores não treinados, utilizando uma Escala Hedônica Verbal de 7 pontos, com escores variando de 7 (gostei muitíssimo) até 1 (desgostei muitíssimo), de acordo com a ficha de avaliação sensorial (Figura 4). As amostras, devidamente codificadas, foram apresentadas aos pares, aleatoriamente, aos provadores em cabines individuais, servidas em pratos de plástico, e de um copo de água mineral. Foi requerido ao provador que explicasse a razão da aceitação ou rejeição do produto, a fim de determinar os principais atributos que influenciaram a sua opinião. O critério adotado para aceitação dos pães foi à obtenção de médias $\geq 5,0$ (equivalente ao termo hedônico “gostei moderadamente”). Nesta etapa, foi selecionada uma única concentração de CPS a ser adicionada a formulação do pão de forma, para fins de avaliação da composição química e da vida-de-prateleira do produto final. A seleção baseou-se nas características tecnológicas, na aceitação sensorial e no teor de umidade dos pães (mínima de 28%).

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB CENTRO DE TECNOLOGIA – CT PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIENCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - PPGCTA		
TESTE DE ACEITAÇÃO SENSORIAL		
Nome: _____		Data: ___/___/___
Faixa etária: até 20 anos () até 30 anos () acima de 30 anos ()		
Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo pra indicar o quanto você gostou ou desgostou do produto: Marque com um X a posição que melhor reflita seu julgamento.		
	CÓDIGO DAS AMOSTRAS	
	A	B
7. Gostei muitíssimo		
6. Gostei muito		
5. Gostei moderadamente		
4. Indiferente		
3. Desgostei moderadamente		
2. Desgostei muito		
1. Desgostei muitíssimo		
Indique porque você gostou do produto. Caso contrário, indique porque desgostou?		

Comentários:		

Figura 4 - Ficha do teste de aceitação sensorial.

4.4. Determinação da composição química do pão de forma convencional e do produto final

Os pães de forma convencional e com 7,5% de CPS, foram submetidos às seguintes análises: determinação de pH, acidez, umidade, cinzas, lipídios, proteínas, cloretos, cálcio e fósforo. Essas análises seguiram as mesmas metodologias descritas no item 4.1.2., sendo o fator de conversão nitrogênio/proteína adotado igual a 5,74. Sendo o teor de carboidratos obtidos por diferença.

4.5. Vida-de-prateleira do produto final

A vida-de-prateleira dos pães de forma com 7,5% de CPS, com e sem o conservante 0,2% de propionato de cálcio, foi avaliada com base em análises microbiológicas e

avaliação sensorial. Os pães foram acondicionados em embalagens de polietileno de baixa densidade e estocados em prateleiras, a temperatura ambiente.

4.5.1. Análise microbiológica

Os pães foram submetidos às seguintes análises microbiológicas: contagem total de bactérias aeróbias mesófilas (UFC/g), contagem de bolores e leveduras (UFC/g), determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e fecais (NMP/mL). A metodologia adotada foi a recomendada pelo MAPA (BRASIL, 2003). Essas análises foram realizadas após 1, 4 e 6 dias do processamento.

4.5.2. Teste de aceitação sensorial

Os pães de forma com 7,5% de CPS foram submetidos ao teste de aceitação por escala hedônica, seguindo a metodologia descrita no item 4.4, com modificações no número de provadores (reduzindo de 94 para 60) e no modelo da ficha de avaliação (Figura 5). Ainda, foram avaliados a intenção de compra do produto e os atributos sensoriais que influenciaram na avaliação.

4.6. Análise Estatística

Os resultados da avaliação físico-química do concentrado protéico de soro de leite tiveram determinadas as médias e desvios-padrões, assim como foram os valores mínimos e máximos da série. Os resultados da avaliação físico-química dos pães e da vida-de-prateleira do pão de forma com 7,5% de CPS e com conservante, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias.

Os dados referentes à aceitação sensorial, a composição química dos pães de forma com e sem CPS, bem como os resultados da vida-de-prateleira do pão de forma com 7,5 % de CPS, sem conservante, foram submetidos ao teste t-Student para comparação de médias. No teste de aceitação, também foi realizada a distribuição de frequência dos valores hedônicos. Em todas as análises estatísticas foi utilizado o programa Microsoft Excel for Windows (NEUFELD, 2003).

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA – CT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIENCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - PPGCTA

TESTE DE ACEITAÇÃO SENSORIAL

Nome: _____ Data: ___/___/___

Faixa etária: até 20 anos () até 30 anos () acima de 30 anos ()

1) Você está recebendo uma amostra de pão de forma. Por favor, **anote o número da amostra, prove e avalie** utilizando a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou do **Amostra n°** _____

<input type="checkbox"/> 7	Gostei muitíssimo
<input type="checkbox"/> 6	Gostei muito
<input type="checkbox"/> 5	Gostei moderadamente
<input type="checkbox"/> 4	Indiferente
<input type="checkbox"/> 3	Desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> 2	Desgostei muito
<input type="checkbox"/> 1	Desgostei muitíssimo

2) De acordo com **os atribuídos abaixo relacionados**, cite o que você gostou ou não na amostra que está sendo avaliada. **Marque com um X**, a posição que melhor reflita seu julgamento.

Atributos	Gostei	Não gostei
a) Sabor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Maciez	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Outros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3) Você compraria o produto?

Sim. Por quê? _____

Não. Por quê? _____

Figura 5 - Ficha do teste de aceitação sensorial vida-de-prateleira.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Características físico-químicas e microbiológicas do concentrado protéico de soro de leite a 35% de proteínas

As características da composição químicas avaliadas no concentrado protéico de soro de leite estão descritas na Tabela 1. O valor médio de pH foi 6,17, e a acidez, expressa em ácido láctico, foi 1,67. Esses dados não foram fornecidos pelo fabricante.

Tabela 1 – Composição química do concentrado protéico de soro de leite com 35% de proteínas.

Componente	CPS	
	Pesquisa*	Parmalat**
Proteína (g/100 g)	35,80±0,30	35
Umidade (g/100 g)	4,34±0,48	3,8
Lipídios (g/100 g)	2,87±0,56	3,0
Cinzas (g/100 g)	6,54±0,04	6,7
Carboidratos*** (g/100 g)	50,45±0,13	51,5
Cloretos (mg/100 g)	134,13±0,16	-
Cálcio (mg/100 g)	720,00±0,58	800
Fósforo (mg/100 g)	668,63± 0,96	700

Fontes:

*Médias e desvios padrão da composição química do CPS

** Parmalat Ingredients and Export Division (2006)

***Determinado por diferença

- Não determinado

Os teores de proteínas (35,80 g/100 g) e umidade (4,34 g/100 g) do CPS a 35% , verificados nessa pesquisa, estavam acima do especificado pelo fabricante (35 g/100g e 3,8 g/100), havendo uma diferença de 2,28% e 14,21%, respectivamente.

Com relação aos minerais, foi verificada redução nos teores de cálcio e fósforo (10% e 4,48% respectivamente), podendo esse decréscimo ser devido ao processo de manipulação das amostras de cinzas.

Os resultados obtidos nas determinações de lipídios, cinzas e carboidratos foram inferiores aos fornecidos pelo fabricante.

Erdogdu-Arnoczky, Czuchajowska, Pomeranz (1996) encontraram no CPS teores de proteínas (36,10 g/100 g), cinzas (7,11g/100 g) e carboidratos (53,5 g/100 g) mais elevados que os verificados nesta pesquisa.

Com relação as características microbiológicas, o CPS atendeu aos padrões estabelecidos pela legislação para esse produto (BRASIL, 2001).

Tabela 2 – Avaliação microbiológica do concentrado protéico de soro de leite com 35% de proteínas.

Análises microbiológicas	Resultados	Padrão
NMP de coliformes (NMP/g)	< 3	10
Contagem total de bactérias aeróbias mesófilas (UFC/g)	8x10 ¹	2x10 ⁴
Contagem de bolores e leveduras (UFC/g)	<10	50
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente	Ausente

(NMP) – Número mais provável;
(UFC) – Unidades formadoras de colônia;

5.2. Avaliação físico-química dos pães

Na Tabela 3 são apresentados os resultados das análises físico-químicas realizadas nos pães de forma convencional e com CPS, em diferentes concentrações (2,5%, 5%, 7,5% e 10%).

Não houve diferença ($p>0,05$) entre as médias das análises físico-químicas dos pães com e sem adição de CPS em relação ao pH e volume específico. O pH dos pães variou de 5,28 a 5,51, estando próximo do valor considerado ótimo para o pão de forma (5,2) (QUAGLIA, 1991).

O volume específico de todas as formulações de pães esteve acima de 4,0 cm³/g (Tabela 4). Segundo Kulp *et al.* (1988) a adição de proteínas de soro ao pão de forma contribui para o aumento do volume específico. Renner, Abdel-Salam (1991) relataram que alguns peptídios presentes no soro têm efeito supressor no volume do pão. Manoel Júnior *et al.* (2006), encontraram valores entre 2,10 cm³/g e 4,45 cm³/g ao utilizarem diferentes proporções de farinha de trigo, fécula de mandioca e okara em formulações de

pães de forma. Granito e Guerra (1997) verificaram um volume específico de 3,70 cm³/g no pão de forma convencional adicionado de ácido ascórbico (100 mg/Kg de farinha).

Tabela 3 – Avaliação físico-química dos pães de forma com e sem adição de CPS.

Concentrações CPS	pH	Acidez (% ácido acético)	Umidade (g/100g)	Volume específico (cm ³ /g)
0%	5,39 ± 0,13 ^a	0,32 ± 0,01 ^a	34,08 ± 0,95 ^a	4,59 ± 0,18 ^a
2,5%	5,21 ± 0,22 ^a	0,21 ± 0,00 ^b	30,90 ± 0,12 ^{b,c}	4,08 ± 0,28 ^a
5,0%	5,31 ± 0,17 ^a	0,22 ± 0,00 ^c	30,13 ± 0,45 ^c	4,31 ± 0,26 ^a
7,5%	5,29 ± 0,19 ^a	0,21 ± 0,00 ^b	31,98 ± 0,87 ^b	4,07 ± 0,15 ^a
10%	5,25 ± 0,04 ^a	0,22 ± 0,00 ^c	27,75 ± 0,39 ^d	4,24 ± 0,18 ^a

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação às análises de acidez e umidade, houve diferença ($p < 0,01$) entre o pão de forma convencional e os pães com CPS. A acidez dos pães com CPS variou de 0,21% a 0,22% (% ácido acético), estando abaixo do valor ótimo (0,28% ácido acético) (QUAGLIA, 1991). Todas as formulações de pães com CPS apresentaram umidade abaixo de 34%, tendo se diferenciado bastante da umidade do pão convencional (Tabela 3). Foi verificado, durante a etapa de mistura dos ingredientes, que o aumento da concentração de CPS na formulação (especialmente acima de 7,5%), resultava em massa pegajosa, com dificuldade de absorver água.

A legislação brasileira estabelecia limite máximo de umidade para pães. Esse, em 1978 era de 30% (BRASIL, 1978), e em 2000, foi modificado para 38% (BRASIL, 2000). Entretanto, em 2005, foi elaborado um novo regulamento técnico que eliminou os requisitos físico-químicos existentes nas resoluções anteriores, inclusive o limite máximo de umidade para pães (BRASIL, 2005b).

Nesta pesquisa, foi adotado como critério, para a seleção da melhor formulação de pão de forma com concentrado protéico de soro de leite, o limite mínimo de umidade de 28%.

Para uma boa aceitação sensorial os pães não podem ser excessivamente secos ou úmidos. A umidade excessiva dos pães, tanto favorece a atividade microbiana como dificulta o trabalho com a massa resultando num produto pegajoso e flácido, sendo essencial o controle da umidade fator essencial no processo tecnologico desses produtos.

5.3. Teste de aceitação sensorial dos pães

Todas as amostras de pães testadas foram aceitas pelos provadores, tendo obtido escores médios na escala hedônica acima de 5,0, limite mínimo pré-estabelecido nessa pesquisa. Não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre as médias dos pães com e sem adição de CPS, nas diferentes concentrações avaliadas. As médias dos escores atribuídos pelos provadores dos pães variaram de 5,75 a 5,82 (Tabela 4). Valores semelhantes foram obtidos por Battochio *et al.* (2006), com médias de 6,81 para o pão de forma integral, 6,16 para o pão integral comercial e 5,96 para o pão de trigo integral comercial. Gandra *et al.* (2008), encontraram valores médios entre 6,53 e 7,78 para pão de forma enriquecido com fibras enquanto que para a amostra controle, foram atribuídos valores médios de 5,31 a 6,97.

Caldas *et al.* (2006) obtiveram média 6,10 para o pão de forma com adição de soro fluido. Azevedo (2007) encontrou valores entre 6 e 7 para o pão de forma elaborado com soro de leite em pó com conservante.

Tabela 4 – Médias e desvios-padrões da avaliação sensorial dos pães.

Concentrações de CPS	Médias
0%	5,82±0,70 ^a
2,5%	5,96±0,67 ^a
5,0%	5,95±0,66 ^a
7,5%	5,86±0,66 ^a
10%	5,75±0,63 ^a

Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dos 94 provadores, 69 atribuíram escores entre 6 e 7 ao pão de forma convencional, equivalentes aos termos hedônicos “gostei muito” e “gostei muitíssimo”. Para os pães com 2,5% e 10% de CPS, o número de provadores que atribuíram esses escores foram, respectivamente, 71 e 61 (Tabela 5).

No formulário de avaliação, os provadores fizeram comentários para explicar a razão da aceitação ou rejeição do produto, sendo assim determinados os principais atributos citados que influenciaram na análise sensorial. Os principais atributos que influenciaram na aceitação dos pães foram o sabor e maciez. O sabor foi o atributo mais citado pelos provadores que fizeram restrições ao produto, sendo o teor de sal considerado baixo nas formulações, exceto na concentração de 10%.

Tabela 5 - Distribuição de frequência (%) dos escores atribuídos pelos provadores ao pão de forma com CPS nas diferentes concentrações.

Escala Hedônica	0%	2.5%	5.0%	7.5%	10%
1 – Desgostei muitíssimo	0	0	0	0	0
2 – Desgostei muito	0	0	0	0	0
3 – Desgostei moderadamente	1	0	0	0	0
4 – Indiferente	3	0	0	0	0
5 – Gostei moderadamente	21	23	23	28	33
6 – Gostei muito	55	52	53	51	51
7 – Gostei muitíssimo	14	19	18	15	10

5.4. Composição química dos pães de forma convencional e com 7,5% de CPS

Os resultados da determinação da composição química dos pães de forma com 7,5% de CPS e convencional (0% de CPS) estão descritos na Tabela 6. Em todas as análises, com exceção dos carboidratos, houve diferença ($p < 0,05$) entre as médias obtidas para os dois tipos de pães. A umidade do pão de forma com CPS foi menor que a do pão de forma convencional, mas esteve acima de 28%, limite mínimo estabelecido nesta pesquisa. Azevedo *et al.* (2007) verificaram teor de umidade de 27,58% em pão de forma adicionado de 7,5% de soro de leite em pó.

Tabela 6 - Resultados da composição química de pães de forma convencional e com adição de concentrado protéico de soro de leite.

Componente	Pão de forma convencional	Pão de forma com 7,5% de CPS	Diferença (%)
Umidade (g/100g)	33,97 ± 0,83 ^a	31,98 ± 2,20 ^b	-
Proteínas (g/100g)	6,97 ± 0,54 ^a	10,15 ± 0,87 ^b	+45,62
Lipídios (g/100g)	2,90 ± 0,03 ^a	3,40 ± 0,63 ^b	+17,24
Carboidratos*(g/100g)	55,11 ± 0,74 ^a	52,63 ± 1,84 ^b	-4,50
Cinzas (g/100g)	1,05 ± 0,12 ^a	1,84 ± 0,11 ^b	+75,23
Cloretos**(mg/100g)	200,00 ± 0,005 ^a	265,60 ± 2,09 ^b	+3,28
Cálcio (mg/100g)	32,00 ± 0,007 ^a	134,63±0,76 ^b	+320,72
Fósforo (mg/100g)	80,00 ± 0,004 ^a	115,00 ± 0,003 ^b	+43,75

Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste t-Student o nível de 5% de probabilidade.

* Obtidos por diferença

** Cloretos em Cloreto de Sódio.

A adição de 7,5% de CPS contribuiu para a elevação da concentração de proteínas (45,62 %), cálcio (320,72 %) e fósforo (43,75 %) do pão de forma, melhorando seu valor nutricional. Caldas (2007) ao adicionar soro de leite fluido ao pão de forma obteve uma elevação na concentração de proteínas de 2,4%, cálcio de 243,7%, e fósforo 43,7% .

De acordo com a Portaria n. 27, de 13/01/1998 (BRASIL, 1998b) um alimento sólido pode ser considerado fonte de proteínas quando a concentração desse nutriente é de no mínimo, 7,5 g. O teor de proteínas no pão de forma convencional foi 6,97 g/100 g, aumentando para 10,15 g/100 g, após a adição de 7,5% de CPS. Essa elevação no teor de proteínas permite classificar o pão de forma com CPS como um alimento fonte de proteínas. O aumento nas concentrações de cálcio e fósforo, obtido pela adição de CPS ao pão de forma, não foi suficiente para classificar esse alimento como fonte desses minerais.

Os resultados da composição química dos pães, obtidos por meio de cálculos teóricos (BRASIL, 2005c), foram comparados aos obtido por meio de análises laboratoriais, sendo encontrado valores superiores ao previsto para o teor de proteínas, lipídios, cinzas, cloreto, cálcio e fósforo.

O teor de carboidratos obtido foi menor que o previsto nos cálculos teóricos. Por esse componente ter sido determinado por diferença, o aumento no teor dos outros componentes citados anteriormente favoreceu essa redução.

O teor de lipídios (3,40 g/100 g) do pão de forma com 7,5% de CPS foi superior ao do pão convencional (2,90 g/100g). A adição não controlada de gordura vegetal hidrogenada nas formas e na modelagem podem ter contribuído para o aumento de gordura do prouto final. Considerando que a adição do CPS não foi suficiente para promover essa elevação (aproximadamente, 0,5 g). Na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TBCA (2008) foi estabelecido como padrão de referência o teor de lipídios totais para pães de forma com leite semi-desnatado em 5,7 g/100g. Os lipídios do CPS contribuem para a redução do efeito repressor de volume devido à interação das proteínas do soro com o glúten (RENNER, ABDEL-SALAM, 1991).

Foi verificada uma elevação no teor de cloretos (265,60 mg/100g), em relação ao pão de forma convencional (200 g/100g). Caldas (2007) encontrou 210 mg de cloretos em pão de forma adicionado de soro de leite fluido. A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TBCA (2007) tem como padrão de referência cloreto de sódio no valor de 359 mg/100g. A ingestão de sódio em dosagens elevadas pode contribuir para a elevação da pressão arterial, aumentando assim o risco de doenças relacionadas ao coração (SILVA, YONAMINE, MITSUKI, 2003).

Nessa pesquisa os carboidratos foram determinados por diferença a exemplo de algumas fabricações (TACO, 2006; UNIFESP, 2001). A concentração desse nutriente no pão de forma com CPS esteve abaixo do verificado no pão de forma convencional, o que não era esperado, tendo em vista o acréscimo da lactose presente no soro. É possível que os teores de proteínas e lipídios mais elevados que o esperado no pão com CPS e as diferenças de umidade entre os dois pães tenham contribuído para esse resultado.

5.5. Vida-de-prateleira dos pães de forma com 7,5% de CPS

5.5.1. Análise microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas dos dois experimentos (pão de forma com 7,5% de soro de CPS, com e sem conservante) estão descritos na Tabela 7, de acordo com os respectivos dias de estocagem. Não foi detectada a presença de coliformes totais

nem de coliformes fecais, em nenhuma das amostras de pães de forma analisadas (< 3 NMP/g), do 1º ao 6º dia de estocagem, atendendo aos limites estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2001).

Tabela 7 – Valores médios das análises microbiológicas do pão de forma com 7,5% de CPS, com e sem conservante.

Pães de forma	Tempo (dias)	Coliformes totais e fecais (NMP/g)	Bactérias aeróbias mesófilas (UFC/g)	Bolores e leveduras (UFC/g)
Sem conservante	1º	<3	$2,5 \times 10^1$	5×10^1
	4º	<3	$1,4 \times 10^2$	2×10^2
	6º	<3	5×10^3	3×10^3
Com conservante	1º	<3	3×10^1	4×10^1
	4º	<3	4×10^2	3×10^3
	6º	<3	3×10^3	5×10^4

(NMP) – Número mais provável;

(UFC) – Unidades formadoras de colônia;

A Portaria n. 451, de 19 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997), que estabelecia limite máximo para a contagem de bolores e leveduras em pães (5×10^3 UFC/g) foi revogada em 2001, sendo esse padrão extinto na nova legislação (BRASIL, 2001). Considerando que a presença de fungos na superfície dos pães, independentemente, da quantidade, é suficiente para que o consumidor o considere impróprio para o consumo, foi recomendada a vida-de-prateleira de 4 dias para o pão sem conservante, e de 6 dias para o pão com conservante.

A contaminação por fungos está relacionada, principalmente, a problemas de conservação e armazenamento do produto (INMETRO, 2006). O consumo de pães contendo bolores na superfície não é recomendável, uma vez que alguns desses microrganismos podem produzir micotoxinas, ocasionando graves danos ao organismo humano. A contaminação por bolores e leveduras não apresenta tanto risco para a saúde humana, principalmente, porque o consumidor dificilmente ingerirá um produto contaminado por este tipo de fungo, já que ele é perceptível a olho nu dependendo da contaminação, além de deixar cheiro e sabor desagradável no alimento (INMETRO, 2006).

5.5.2. Aceitação sensorial

A avaliação sensorial dos pães de forma com 7,5% de CPS, com e sem conservante estão apresentadas na Tabela 8, de acordo com os respectivos dias de estocagem.

Tabela 8 – Avaliação sensorial dos pães de forma com 7,5% de CPS, com e sem conservante.

Amostras dos Pães	Dias de armazenamento		
	1°	4°	6°
Sem conservante	6,53 ± 0,50 ^a	6,08 ± 0,62 ^b	-
Com conservante	6,10 ± 0,75 ^a	5,67 ± 0,71 ^b	5,22 ± 0,69 ^c

Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste t-Student o nível de 5% de probabilidade.

Foi realizada avaliação sensorial com o pão sem conservante no 1° e 4° dia de armazenamento, devido ao aparecimento de fungos na superfície dos pães no 5° dia após processamento. Para o pão de forma com conservante, a análise sensorial foi realizada no 1°, 4° e 6° dia de armazenamento.

Todas as amostras de pães testadas foram aceitas pelos provadores, tendo obtido escores médios na escala hedônica acima de 5,0, critério pré-estabelecido nessa pesquisa.

Na análise dos resultados, observou-se que houve diferença ($p < 0,01$) entre as médias dos pães, nos diferentes dias de armazenamento, ocorrendo uma redução significativa, em ambas as condições testadas (com e sem conservante), ao longo do período de estocagem (Tabela 8). Essa redução, também foi observada por Azevedo (2007), que verificou a diminuição da aceitação do pão de forma com 5% de soro de leite em pó a partir do sexto dia de estocagem. Caldas (2007), também verificou um decréscimo da aceitação do pão de forma com soro de leite fluido no sexto dia de armazenamento. Esses resultados indicam que a aceitação sensorial dos pães não foi influenciada pela adição do conservante.

A distribuição de frequência dos escores dos provadores na escala hedônica de acordo com os dias de armazenamento pode ser observada na Tabela 9.

Tabela 9 - Distribuição de frequência (%) dos escores atribuídos pelos provadores ao pão de forma com CPS, com e sem conservante.

Escala Hedônica	Pão de forma com 7,5% de CPS				
	Sem conservante		Com conservante		
	1º dia	4º dia	1º dia	4º dia	6º dia
1 – Desgostei muitíssimo	0	0	0	0	0
2 – Desgostei muito	0	0	0	0	0
3 – Desgostei moderadamente	0	0	0	0	0
4 - Indiferente	0	0	0	0	3
5 – Gostei moderadamente	0	9	14	28	34
6 – Gostei muito	28	37	26	24	19
7 – Gostei muitíssimo	32	14	20	8	4

No primeiro dia de estocagem foi observado que 76,6% dos provadores atribuíram escores entre 6 e 7 para o pão com conservante, equivalente aos termos “gostei muito” e “gostei muitíssimo”. No sexto dia esse número teve decréscimo para 38,3%, indicando a redução da aceitação do produto. Para o pão sem conservante, foi observado que 100% dos provadores atribuíram escores 6 e 7 no primeiro dia. Enquanto que, no quarto dia 85% dos provadores atribuíram escores entre 6 e 7, o que evidenciou uma redução na aceitação do produto (Tabela 9).

6. CONCLUSÕES

- A adição de 7,5% de CPS ao pão de forma resultou em produto final com boa aceitação sensorial, contribuindo para a melhoria de seu valor nutricional, especialmente em termos de proteínas (45,62%), fósforo (43,75%) e cálcio (320,72%);
- O aumento acima de 7,5% da concentração CPS na formulação de pão de forma diminuiu a capacidade de absorção da água na massa tornando-a pegajosa, resultando em produto final com baixa umidade.
- A vida-de-prateleira recomendada para os pães de forma adicionados com 7,5% de CPS, com e sem conservante, foram 6 e 4 dias respectivamente.
- O pão de forma com adição de 7,5% de CPS resultou em produto final com alto teor de proteínas e fonte de cálcio de acordo com a Portaria n. 27 de 13 de janeiro de 1998.

7 – REFERÊNCIAS

ALIBRA INGREDIENTES LTDA. Disponível em: <<http://www.alibra.com.br>>. Acesso em: 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 Alimentos**, v. 21, n.2, p.187-192, 2001.

ANDERSON, H. Influence of whey protein on satiety and food intake regulation. Symposium Whey Protein: Physiological effects emerging health benefits. **Institute of Food Technologists**. USA. 2006.

ANDRADE, R. L. P.; MARTINS, J. F. P. Influência da adição da fécula de batata doce (*Ipomoea batatas* L.) sobre a viscosidade do permeado de soro de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.22, n.3, p.249-253, 2002.

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

ABIP-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE PANIFICAÇÃO. **Análise do mercado de pães**. Disponível em: <<http://www.abip.org.br>>. Acesso em: novembro de 2006.

ABIP-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE PANIFICAÇÃO. **Os produtos preferidos nas padarias**. Disponível em: <<http://www.abip.org.br>> Acesso em: abril de 2007.

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

RODRIGUES, F.F.G. Elaboração de pão de forma com adição de concentrado protéico de soro de leite

AZEVEDO, F. L. A. A., MACIEL, J. F.; RODRIGUES, F. F. G.; SILVA, N. F. I.; RAMOS, B. F. M. Enriquecimento nutricional de pão de forma com soro de leite em pó. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 62, n. 357, p.175-178, 2007.

BAER, D.J. Effects of whey protein on body weight and fat in supplemented weight and obese adults. Symposium whey protein: Physiological effects emerging health benefits. **Institute of Food Technologists**. USA. 2006.

BATTESTIN, L. Análise de cálcio em diferentes tipos de bebidas. **Visão Acadêmica**. v.3, n.2, p.79-86, 2002.

BATTOCHIO, J. R.; MACCHIONE, M.; PINCHELLI, A. M.; WADA, J. K. A.; CARDOSO, J. M.; MODOLO, J. S.; SILVA, J. K. A.; KIKUCHI, M.; PAIXÃO, A. L.; SOUZA, V. C.; BOLINI, H. M. A. Perfil sensorial de pão de forma integral. **Ciência Tecnológica**. v. 26, n.2, p.428-433, 2006.

BOMBARA, N.; PILOSOF, A. M. R.; AÑÓN, M. C. Mathematical model for formation rate and collapse of foams from enzyme modified wheat flours. **Journal of Food Science**. v. 59, p.626-628, 1994.

BONJOUR, J. P. Dietary protein: an essential nutrient for bone health. **Journal American College Nutrition** v. 24, n. 6, p.526-36, 2005.

BOUNOUS, G. The fascinating story behind a health-promoting product-patented milk serum (whey) protein concentrate. **Immunotec Clinical Foundation**, 1997, 15 p.

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

BOWLES, S. **Utilização do subproduto da obtenção de extrato aquoso de soja – okara em pães do tipo francês**. 2005. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde/ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n.12 de 24 de julho de 1978. Aprova normas técnicas especiais, relativas a alimentos e bebidas, para efeito em todo território nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 de janeiro de 1978. Seção1, p.2792.

BRASIL. Ministério da Saúde/ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n.451, de 19 de setembro de 1997. Aprova regulamento técnico sobre princípios de critérios de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 de setembro de 1997. Seção1, p.3122.

BRASIL. Ministério da Saúde/ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Lei n. 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 Outras Providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 de fevereiro de 1998a. Seção1, p.1789.

BRASIL. Ministério da Saúde/ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n.41 de 14 de janeiro de 1998. Regulamento técnico para rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 de janeiro de 1998b. Seção1.

BRASIL. Ministério da Saúde/ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n.12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. Seção1, p.9.

BRASIL. Ministério da Saúde/ Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n.344 de 13 de dezembro de 2002. Regulamento técnico para a fortificação das farinhas de trigo e das farinhas de milho com ferro e ácido fólico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n.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.1980.

RODRIGUES, F.F.G. Elaboração de pão de forma com adição de concentrado protéico de soro de leite

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução normativa n.16, de 23 de agosto de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade de bebida láctea. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 de abril de 2005. Seção 1, p.7.

BRASIL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimento**. Brasília. IV ed. 2005c.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa gado de leite. **Estatísticas do Leite: leite em números**. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br>. Acesso em: agosto de 2007.

BRINK, W. The life extension protein: that fights disease and extends lifespan. **Life Extension Report, Life Extension Foundation**. Scottsdale, v. 1, p. 21-28, 1996.

CALDAS, M. C. S.; MACIEL, J. F.; NETO, B. A. M.; QUEIROGA, R. C. R. E. Substituição total da água da formulação de pão de forma por soro de leite: aceitação sensorial. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 61, n. 351, p.64-67, 2006.

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

CASHMAN, K. D. Calcium intake, calcium bioavailability na bone health. **British Journal of Nutrition**, v. 87, n.2, p.169-177. 2000.

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

CENTENARO, G. S.; FEDDERN, V.; BONOW, E. T.; SALAS-MELLADO, M. Enriquecimento de pão com proteínas de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n.3, p.663-668, 2007.

CONFORTI, P. A.; LUPANO, C. E. Functional properties of biscuits with whey protein concentrate and honey International. **Journal of Food Science & Technology**. v. 39, p.745-753, 2004.

COSTA, E. L. **Efeito do processamento térmico e enzimático na obtenção de hidrolisados do isolado protéico do soro de leite com atividade antihipertensiva**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, 100f. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2004.

COZZOLINO, M.; BUTTI, A.; CHIARELLI, G.; ROCCA-REY, L.; SANTAGOSTINO, G.; BRAMCACCIO, D.; Cardiovascular calcifications and accelerated atherosclerosis in chronic kidney disease. **Ital Heart Journal Supplement**. v.6, n.1, p.25-28. 2005.

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

EL-DASH, A. A.; CAMARGO, C. O.; DIAZ, N. M. Fundamentos da tecnologia de panificação. **Série Tecnologia Agroindustrial**. São Paulo. Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia Agroindustrial, 349p.1982.

ERDOUGDU-ARNOCZKY, N.; CZUCHAJOWSKA, Z.; POMERANZ, Y. **Functionality of soro and casein in fermentation and in breadbaking by fixed and optimized prodedures**. *Cereal Chemists*, v. 73, n.3, p.309-316. 1996.

ESTELLER, M. S. **Fabricação de pães com reduzido teor calórico e modificações reológicas ocorridas durante o armazenamento.** Dissertação (Mestrado em tecnologia Bioquímica-Farmacêutica). Universidade de São Paulo, 238p. 2004.

FAO/OMS - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Protein quality evolution.** Report of a joint FAO/WHO Expert Consultation, Food and Nutrition Paper, n.51, 1989. 72p.

FERREIRA, S. M. R.; PINTO, S.; ALVES, M. Avaliação da qualidade do pão de forma em sistema de alimentação coletiva: Uma proposta. **Higiene Alimentar**, v.17, n.107, p.34-42, 2003.

GANDRA, K. M.; BIANCHI, M. DEL; GODOY, V.P.; QUEIROZ, F. P. C.; STEEL, C. J. Aplicação de lipase e monoglicerídeo em pão de forma enriquecido com fibras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.28, n.1, p.182-192, 2008.

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

HALL, D. M. Current markets for nutritionally adapted dairy foods. **Journal of the Society of Dairy Technology**, v. 45, n.3, p.80-83, 1992.

ILYAS, M. The effect of iron fortification on the quality of fortified bread. *Sarhad. Journal of Agricultural*. v.12, n.2, p.171-175. 1996.

INMETRO (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL). **Pão de forma ou pães sanduíche.** Disponível: <<http://www.inmetro.gov.br>> Acesso em: 09 de junho de 2006.

JELLEN, P; LUTZ, S. Functional milk and dairy products. **Functional Foods**. Lancaster: Technomic. p.357-380. 1998.

JOST, R.; MAIRE, J.C., MAYNARD, F., SECRETIN, M.C. Aspects of whey protein usage in infant nutrition, a brief review. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 34, p.533-542, 1999.

KATO, A.; KOBAYASHI, K. Excellent emulsifying properties of protein-dextran conjugates. In: **Microemulsions and emulsions in food**. ACS Symposium Series 448, p. 213-229, 1991.

KAWAURA, A., NISHIDA, Y., TAKEDA, E. Phosphorus intake and bone mineral density (BMD). **Clinical Calcium**, v. 15, n. 9, p.1501-1506, 2005.

KENNY, S., WEHRLE, K. & STANTON, C. Incorporação de ingredientes lácteos em pão de trigo: efeitos sobre a reologia da massa e qualidade pão. **Europeia Alimentar de Investigação e Tecnologia**. v.210, p.391- 396, 2000.

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

KILARA, A. Whey protein functionality. In: HETTIARACHCHY, N.S.; ZIEGLER, G.R. (Ed.) **Protein functionality in food systems**. New York: Marcel Dekker, p.325,1994.

KINSELLA, J. E.; RECTOR, D. J.; PHILLIPS, L. G. Physicochemical properties of proteins: texturization via gelation, glass and film formation. **Protein Structure-function Relationships in Foods**, P. 1-20,1994.

KOSHIHARA, M., MASUYAMA, R., UEHARA, M., SUZUKI, K., Effect of dietary calcium: Phosphorus ratio on bone mineralization and intestinal calcium absorption in ovariectomized rats, **Biofactors**, v. 22, p. 39-42, 2004.

KULP, K.; CHUNG, H.; DOERRY, W.; BAKER, A.; OLEWNIK, M. Utilization of soro as White pan Bread ingredient. **Cereal Foods Words**, v.33, n.5, p.440-447, 1988.

LANZILLOTTI, H. S.; LANZILLOTTI, R. S.; TROTTE, A. P. R.; DIAS, A. S.; BORNAND, B. Osteoporose em mulheres na pós-menopausa, calico dietetic e outros fatores de risco. **Revista de Nutrição**, v.16, n.2, p.181-193, 2003.

LARA, M. G.; IZUMI, C.; GREENE, L.J.; VILELA, L.; FREITAS, O. Preparation and scaling up a low phenylalanine enzymatic hydrolysate of bovine hey proteins. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 41, n.4, p. 459-466. 2005.

LEGAWO, A. M.; IMADE, T.; YASUDA, Y.; OKAZAKI, K.; HAYAKAWA, S. Specific disulfide bond in a-lactalbumin influences heat-induced gelation of a-lactalbuminoalbumin-mixed gels. **Journal of Food Science**. v. 61, p. 281-285, 1996.

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 Cândido Tostes**, v.58, n. 333, p. 44-49. 2003.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 9 ed. São Paulo. Roca, 1179p. 1998.

MANOEL JUNIOR, S. S.; OLIVEIRA, W. M.; CALIARI, M.; VERA, R. Otimização da formulação de pães de forma preparados com diferentes proporções de farinha de trigo, fécula de mandioca e okara. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 221-248, 2006.

MARQUES, R. G., **Pão a mesa com certeza**. Jornal Hipersuper. 2007. Disponível: <http://www.hipersuper.pt/po-mesa-com-certeza/>. Acesso em: 20 de dezembro de 2007.

MCINTOSH, G. H.; ROYLE, P. J.; LEU, R. K.; REGESTER, G. O.; JONSON, M. A.; GRINSTED, R. L.; KENWARD, R. S.; SMITHERS, G. W. Whey proteins as functional food ingredients? **International Dairy Journal**, v. 8, p. 425-434, 1998.

MITCHELL, J. R.; HILL, S. E. The use and control of chemical reactions to enhance the functionality of macromolecules in heat-processed foods. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 6, p. 219-224, 1995.

MONTAGNIER, L.; OLIVIER, R.; PASQUIER, C. Oxidative Stress in Cancer, AIDS and Neurodegenerative Diseases, **Marcel Dekker**, New York.1998.

MORAIS, G. Q.; BURGOS, M. G. P. A.; Impacto dos nutrientes na saúde óssea: novas tendências. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 42, n. 7, p. 189-194, 2007.

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) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

MORR, C. V.; FOEGEDING, E. A. Composition and functionality of commercial whey and milk protein concentrates and isolates: a status report. **Food Technology**, v. 44. n. 4, p. 100-112, 1990.

MORR, C. V.; HA, E. Y. W. Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties. **Food Science and Nutrition**, v. 33, n. 6, p. 431-436, 1993.

MORTENSEN, L.; CHARLES, P. Bioavailability of calcium supplements and the effect of Vitamin D: comparisons between milk, calcium carbonate, and calcium carbonate plus vitamin D. **American Journal Clinic Nutricion**. v.63, n.3, p.354-357, 1996.

MULVIHILL, D. M.; DONOVAN, M.; Whey proteins and their thermal denaturation – a review. **Journal of Food Science and Technology**. v. 11, p.43-75, 1987.

NEUFELD, J. L. **Estatística aplicada à administração usando Excel**. São Paulo: Prentice hall, 434 p. 2003.

NUTTI, M. R. A. A biofortificação como ferramenta para combate a deficiências em micronutrientes. **Workshop Internacional de biologia médica, 2005**. Embrapa Agroindústria de Alimentos/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/pgagem;workshop/palestra10.pdf>. Acesso em: junho de 2006.

OLIVEIRA, J.E.D.; MARCHINI, J.S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Savier Editora de Livros Médicos Ltda, 1998. Cap. 8, p.133.

OMI, N., EZAWA, I., Phosphorus intake and osteoporosis. **Clin Calcium**, v. 11, n. 10, p. 1309-1314, 2001.

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

PACHECO, M. T. B.; DIAS, N. F. G., BALDINI, V. L. S.; TANIKAWA, C.; V. C. SGARBIERI. Functional properties of whey protein hydrolysates from milk whey proteins concentrate. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v.25, n.2, p.333-338, 2005.

PARMALAT – Ingredients and Export Division. Technical Specification – Donnée technique. Toronto- Canadá. 2006.

PINTO, N. A. M.; SOARES, A.; URBANETZ, A. A.; SOUZA, A. C. A.; FERRARI, A. E. M.; AMARAL, B. Consenso brasileiro de osteoporose 2002. **Revista Brasileira de Reumatologia**. v.42, p.343-54. 2002.

POSSAMAI, T. N. **Elaboração do pão de mel com fibra alimentar proveniente de diferentes grãos, sua caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. Dissertação.** (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). 69p. Universidade Federal do Paraná (UFPR). Curitiba-PR. 2005.

QUAGLIA, G. **Ciência y tecnología de la panificación**. Editora Acríbia, 485p. Zaragoza: Espanha, 1991.

QUEGUINER, C.; DUMAY, E.; SABOUCAVALIER, C.; CHEFTEL, J. C. Microcoagulation of a whey protein isolate by extrusion cooking at acid pH. **Journal of Food Science**, v. 57, p. 610-616, 1992.

RAEMY, A.; LAMBELET, P. Thermal behavior of foods. **Thermochimica Acta**, v. 193, p.417-439, 1991.

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

RANHOTRA, G.; GELROTH, J. A.; LEINEN, S. D.; SCHNELLER, F. E. Utilization of calcium in breads highly fortified with calcium as calcium carbonate or as dairy calcium. **Cereal Chemists**, v. 77, n. 3, p.293-296, 2000.

RANTAMAKY, B. P.; TOSSAVAINEN, O.; OUTINEN, M.; TUPASEL, T.; KOSKINEN, P. Food applications of the soro protein fractions produced in pilot scale processes. I. Bread. **Milchwissenschaft**. v.61, n. 1, 2006.

REGESTER, G. O.; McINTOSH, G. H.; LEE, V. W. K.; SMITHERS, G. W. Whey protein as nutritional and functional food ingredients. **Food Australia**, v. 48, p.123-127, 1996.

RENNER, E.; ABEL-SALAM, M.H. **Application of ultrafiltration in the dairy industry**. Elsevier Appl. Science, 371p, 1991.

RICHARDS, N. S. P. S. Soro Lácteo: perspectivas industriais e proteção ao meio ambiente. **Food Ingredients**, v. 17. 2002.

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

ROSENBERG, M. Current and future applications for membrane processes in the dairy industry. **Trends in Food Science and Technology**, v. 6, p.1219, 1995.

SÃO PAULO. (Estado) Decreto n.12. 486, de 20 de outubro de 1978. Aprova normas técnicas relativas a alimentos e bebidas. **Diário Oficial do município de São Paulo**, p.251-253, 1978.

SATTERLEE, L. D. Proteins for use in foods. **Food Technology**, v. 35, p.53-60, 1981.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Varela, 517, p.1996.

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

SILVA, M. E. M. P.; YONAMINE, G. H.; MITSUIKI, L. Desenvolvimento e avaliação de pão francês caseiro sem sal. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.6, n.2, p.229-236, 2003.

SINGH, H.; YE, A.; HAVEA, P. Milk proteins: interaction and functionality of dairy ingredients. **Australian Journal of Dairy Technology**, v. 55, p.71-77, 2000.

SMITHERS, G. W.; BALLARD, F. J.; COPELAND, A. D.; KIRTHE, J. A.; DIONYSIUS, D. A.; FRANCIS, G. L.; GODDARD, C.; GRIEVE, P. A.; McINTOSH, G. H.; MITCHELL, I. R.; PEARCE, R. J.; REGESTER, G. O. Symposium: advances in dairy foods processing and engineering. New opportunities from the isolation and utilization of whey proteins. **Journal of Dairy Science, Champaign**, v. 79, n. 8, p.1454-1459, 1996.

RODRIGUES, F.F.G. Elaboração de pão de forma com adição de concentrado protéico de soro de leite

SWAISGOOD, H. E. Characteristics of milk. **Food chemistry**, p. 841-878, 1996.

TACO-TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. 113 p. 2006. Campinas –SP. Disponível em: < www.unicamp.br/nepa/taco/>. Acesso em 20 fev. 2008.

TABELA DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ALIMENTOS - UNIFESP. Universidade Federal de São Paulo. USDA- Nutrient Database for Standard Reference. 2001. Disponível em: <www.unifesp.br/dis/servicos/nutri/>. Acesso em 20 fev. 2008.

TBCA-TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. Universidade Estadual de São Paulo-USP. 2007. Disponível em: <www.fcf.usp.br/tabela/>. Acesso em: 21 fev. 2008.

UES, I.; PIZATTO, E., BEUX, S.; ALFARO, A. T. Otimização do processo de fabricação da ricota **Synergismus scyentifica UTFPR**, p.382-392, 2006.

ULRICH, C. M.; GEORGIO, 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 of Clinical Nutrition**, v.63, p.72-79, 1996.

USDA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE). *Nutrient Data Laboratory*. Disponível em:<[http:// www.nal.usda.gov/fnic/ foodcomp/search/](http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/)>. Acesso em: 24 nov. 2004.

USDEC NEWS. O uso de produtos de soro em iogurtes e produtos lácteos fermentados. **The United States Dairy Export Council**, v.2, n.2, p.1-2, 1999.

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

USDEC NEWS. Soro de leite em aplicação de produtos de consumo. **The United States Dairy Export Council**, v.6, n.1, p.1-4, 2003.

USDEC NEWS. Aspectos nutricionais de ingredients lácteos soro de leite e concentrados protéicos. **The United States Dairy Export Council**, v.8, n.3, p.1-4, 2004.

USDEC NEWS. Ingredients lácteos soro de leite e concentrados protéicos. **The United States Dairy Export Council**, v.4, n.3, p.1-4, 2006.

VAGHELA, M. N.; KILARA, A. Foam and emulsifying properties of whey protein concentrate as affected by lipid composition. **Journal of Food Science**, v. 61, p.275-280, 1996.

VELLOZO, E. P. ; FAGIOLI, D. ; SILVA, R. . Pão enriquecido com ferro na prevenção da anemia de crianças matriculadas em creches da Prefeitura do Município de São Paulo. **Nutrição em Pauta**, v. 11, p. 32-42, 2003.

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

XU, S. Y.; STANLEY, D. W.; GOFF, H. D.; DAVISON, V. J.; LE MAGNER, M. Hydrocolloid/milk gel formation and properties. **Journal of Food Science**, v. 57, p.96-102, 1992.

YEE, K. W. K., WILEY, D. E., BAOB, J.. Whey protein concentrate production by continuous ultrafiltration: Operability under constant operating conditions. **Journal of Membrane Science**. v. 290, p.125–137, 2007.

Apêndice 1: Resultados do teste de aceitação sensorial dos pães de forma adicionados de 0%, 2,5%, 5,0%,7,5% e 10% de CPS (ANOVA).

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{cal.}
Tratamento	4	2,67	0,67	2,30
Bloco	93	44	-	-
Resíduo	372	108,33	0,29	-
Total	469	319	-	F _{Tab. 5%} 2,47

Apêndice 2: Resultado de acidez dos pães de forma adicionados de 0%, 2,5%, 5,0%,7,5% e 10% de CPS (ANOVA).

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{cal.}
Tratamento	4	0,025	0,0062	92,6
Resíduo	10	0,0006	0,00006	-
Total	14	0,0253	-	F _{Tab. 5%} 3,48

Apêndice 3: Resultado de pH dos pães de forma adicionados de 0%, 2,5%, 5,0%,7,5% e 10% de CPS (ANOVA).

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{cal.}
Tratamento	4	0,057	0,014	0,54
Resíduo	10	0,265	0,026	-
Total	14	0,322	-	F _{Tab. 5%} 3,48

Apêndice 4: Resultado de umidade dos pães de forma adicionados de 0%, 2,5%, 5,0%,7,5% e 10% de CPS (ANOVA).

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{cal.}
Tratamento	4	65,31	16,33	39,87
Resíduo	10	4,09	0,41	-
Total	14	69,40	-	F _{Tab. 5%} 3,48

Apêndice 5: Resultado de volume dos pães de forma adicionado de 0%, 2,5%, 5,0%,7,5% e 10% de CPS (ANOVA).

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{cal.}
Tratamento	4	0,537	0,134	3,21
Resíduo	10	0,418	0,042	-
Total	14	0,955	-	F _{Tab.5%} 3,48

GL: Grau de liberdade
 SQ: Soma do quadrado
 QM: Quadrado médio
 F_{cal.}: F calculado
 F_{Tab.}: F tabulado

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](#)