

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MARINNA BARROS DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE QUEIJOS RICOTA
COMERCIALIZADOS EM GOIÂNIA-GO E QUEIJOS
PROCESSADOS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES
DE LEITE E ADICIONADOS DE PROTEÍNAS DE SOJA E
CÁLCIO**

Goiânia
2012

**AVALIAÇÃO DE QUEIJOS RICOTA COMERCIALIZADOS EM
GOIÂNIA-GO E QUEIJOS PROCESSADOS COM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES DE LEITE E ADICIONADOS DE PROTEÍNAS
DE SOJA E CÁLCIO**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG**

O482a Oliveira, Marinna Barros de.
Avaliação de queijos ricota comercializados em Goiânia-
GO e queijos processados com diferentes concentrações de
leite e adicionados de proteínas de soja e cálcio [manuscrito]
/ Marinna Barros de Oliveira. - 2012.
xii, 109 f. : figs, tabs.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Katiuchia Pereira Takeuchi; Co-
orientador: Prof. Dr. Celso José de Moura.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,
Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2012.

Bibliografia.

Inclui lista de figuras e tabelas.

1. Queijo ricota – Textura. 2. Queijo ricota – Interação
protéica. 3. Queijo ricota – Rendimento. I. Título.

CDU: 637.33

MARINNA BARROS DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE QUEIJOS RICOTA
COMERCIALIZADOS EM GOIÂNIA-GO E QUEIJOS
PROCESSADOS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES
DE LEITE E ADICIONADOS DE PROTEÍNAS DE SOJA E
CÁLCIO**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, como exigência para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a Dr^a Katiuchia Pereira Takeuchi
Co-Orientador: Prof Dr. Celso José de Moura

Goiânia
2012



Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TEDE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás–UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor(a):	MARINNA BARROS DE OLIVEIRA		
CPF:	005.977.641-23	E-mail:	marinnab@gmail.com
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			
Vínculo Empregatício do autor	Universidade Estadual de Goiás (UEG)		
Agência de fomento:	Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás	Sigla:	FAPEG
País:	Brasil	UF:	GO
CNPJ:	08.156.102/0001-02		
Título:	Avaliação de queijos ricota comercializados em Goiânia-GO e queijos processados com diferentes concentrações de leite e adicionados de proteínas de soja e cálcio		
Palavras-chave:	textura, interações protéicas, rendimento, fraudes.		
Título em outra língua:	Evaluation of Ricotta cheese sold in Goiânia-GO and processed with different concentrations of milk and added soy protein and calcium		
Palavras-chave em outra língua:	texture, protein interactions, yield, fraud.		
Área de concentração:	Ciência e Tecnologia de Alimentos		
Data defesa:	24/08/2012		
Programa de Pós-Graduação:	Ciência e Tecnologia de Alimentos		
Orientador(a):	Katiuchia Pereira Takeuchi		
CPF:	270.993.078-19	E-mail:	Katiuchia.takeuchi@gmail.com
Co-orientador(a):	Celso José de Moura		
CPF:	350.198.756-00	E-mail:	celsojose@gmail.com

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?¹ total parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

Capítulos. Especifique: _____

Outras restrições: _____

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

_____ Data: _17_ / _05_ / _13_
Assinatura do(a) autor(a)

¹ Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

MARINNA BARROS DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE QUEIJOS RICOTA COMERCIALIZADOS EM
GOIÂNIA – GO E QUEIJOS PROCESSADOS COM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES DE LEITE E ADICIONADOS DE PROTEÍNAS DE
SOJA E CÁLCIO.**

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 24 de Agosto de
2012, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

Prof(a). Dr(a). Katiuchia Pereira Takeuchi
Membro- EA/UFG

Prof(a). Dr(a). Maria Sebastiana Silva
Membro- FEF/UFG

Prof(a). Dr(a). Edmar Soares Nicolau
Membro- EV/UFG

Prof(a). Dr(a). Celso José de Moura
Membro- EA/UFG

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pelo amor que me destes e pela coragem e perseverança para eu conseguir alcançar meus sonhos.

Agradeço a minha mãe Maria Cleuni por seu amor e por ter sempre acreditado em mim e se orgulhado do meu trabalho.

A minha amada família por compreender minha ausência e por me motivar a continuar a caminhada.

Ao meu amado namorado Vinícius, por seu apoio, incentivo e por ter ajudado sempre que preciso e que com certeza contribuiu muito para a conclusão desse trabalho.

À minha querida orientadora Prof^a Katiuchia, pela paciência, pelos ensinamentos, parceria e amizade.

Ao meu co-orientador, Prof^o Celso por ter me ensinado a paixão pela pesquisa e ter contribuído para a pessoa e profissional que sou hoje.

Agradeço a Ana Paula Stort, Larissa Nascimento, Marina Rafael, Nidia Gonçalves e Fernanda Oliveira; alunas de graduação, com quem compartilhei tantos momentos difíceis, tantos aprendizados e tantas vitórias. Sem vocês não conseguiria concluir este trabalho. Muito obrigada!

À Prof. Mara Reis por disponibilizar o Laboratório de Análise de Alimentos da FANUT/UFG para a realização de parte das análises físico-químicas deste trabalho.

Ao Laticínio Oscar Salgado Ltda. pela doação da matéria-prima deste trabalho e por serem tão gentis conosco.

À FAPEG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás) que financiou esse projeto na chamada pública nº 006/2009, referente ao Programa de Infraestrutura para Jovens Pesquisadores -PPP/FAPEG/CNPq.

Aos membros da banca examinadora da defesa dessa dissertação, pelas contribuições que tornaram esse trabalho com maior qualidade e transparência.

Sinceros agradecimentos à Universidade Federal de Goiás e aos professores da Engenharia de Alimentos.

RESUMO

As ricotas são produzidas pela desnaturação e precipitação das proteínas do soro pelo calor, sob a influência de acidificação. Suas proteínas são de alta qualidade nutricional e funcional, no entanto a ricota tem baixo rendimento e textura frágil quando comparada a outros tipos de queijos. Objetivou-se com este trabalho processar e avaliar queijos tipo ricota adicionada de diferentes concentrações de leite e compará-los com queijos comercializados. Além disso, desenvolver e avaliar queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja, variando a acidez inicial da mistura e adicionando sais de cálcio. Na composição nutricional dos queijos tipo ricota produzidos com diferentes concentrações de leite, quanto maior a adição de leite, maiores foram os teores de proteínas e sais e menores os de umidade dos queijos. Os valores encontrados nos queijos com adição de leite na proporção de 20 e 35% em relação ao soro se assemelharam aos queijos comercializados, caracterizando que estes podem estar na eminência ou ultrapassando aos limites de adição de leite estabelecidos pela legislação vigente. Ou seja, a adição de leite, principalmente de forma extrapolada, muda substancialmente as características físicas e químicas do queijo tipo ricota, levando muitas vezes o consumidor a confundir as características específicas e únicas desse tipo de queijo o que faz com que um queijo originalmente com alta qualidade nutricional e boas características sensoriais, se desvalorize no mercado. Os resultados obtidos dos queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja (EHS), variando a acidez inicial, mostraram que as variáveis influenciam no rendimento e na textura. Quanto maior a adição de EHS e aumento da acidez inicial da mistura, antes do processo, dentro dos intervalos avaliados neste trabalho, maior foi o rendimento no final. No entanto, a acidez não influenciou na Tensão de Ruptura. Na Deformação de Hencky, quanto mais se aumentou a concentração de proteínas de soja e a acidez inicial, mais os queijos são flexíveis e deformáveis. O controle da acidez juntamente com a agregação de proteínas de outros tipos pode ser interessante para produzir queijos a base de soro de leite com melhor rendimento, alta qualidade proteica, várias propriedades fisiológicas funcionais, sem entretanto, tornar o queijo mais duro, e podendo torna-lo até mais elástico. A adição de extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e de cloreto de cálcio não influenciou na coloração dos queijos nos parâmetros de Luminosidade, °Hue e Índice de Croma. Os queijos tiveram cor próxima ao amarelo, de intensidade fraca ou acromática. Na textura dos queijos, a adição de EHS deixou o queijo mais duro, demonstrado pelos efeitos na Tensão e Energia na Ruptura. A adição do cálcio teve efeito negativo sobre a Energia de ruptura, pois seus íons preenchem alguns sítios ativos das proteínas, formando coágulos menores e fazendo com que o gel fique mais fraco. Já a deformação foi influenciada positivamente apenas pela adição de EHS, que tornou os queijos mais elásticos. Após a ruptura, os resultados se repetiram, demonstrando uma estrutura homogênea do produto. É apenas o efeito da adição de EHS foi determinante no aumento do rendimento. Com isso, conclui-se que adicionar proteínas de soja na produção de queijos tipo ricota tornam o produto com textura mais consistente e elástica, com aumento de rendimento, sem necessariamente modificar a cor. Entretanto, a adição de cálcio isoladamente, apesar da sua retenção no queijo, o que é importante nutricionalmente, torna o queijo mais frágil. A adição tanto de EHS quanto de cálcio, produz um queijo tipo ricota mais firme e elástico, de maior valor nutricional devido as proteínas da soja e cálcio, e ainda com melhor rendimento.

Palavras-chave: textura, interações protéicas, rendimento, fraudes.

ABSTRACT

The Ricotta is produced by precipitation and denaturation of the whey proteins by heat influenced by acidification. Their proteins have high nutritional and functional quality, however the Ricotta has low income and fragile texture when compared to other types of cheeses. The aim of this work was to process and evaluate ricotta cheese added different concentrations of milk and compare them with cheeses marketed. Moreover, developing and evaluating Ricotta cheese adding soymilk and varying the initial acidity of the mixture and adding calcium salts. In the nutritional composition of Ricotta cheeses added different concentrations of milk, the higher the concentration of milk, the largest protein and salts., and lower moisture. The values found in cheeses with added milk (20 and 35%) were similar when compared with marketed cheeses, characterizing these may be on the verge or exceeding the limits of adding milk established by law. That is, the addition of milk, mainly in order extrapolated, change substantially the physical and chemical characteristics of Ricotta cheese, often leading to confuse consumers about specific and unique characteres to that type of cheese, which makes a cheese originally high nutritional quality and good sensory characteristics, is devalued on the market. The results of Ricotta cheeses produced added of soymilk, varying the initial acidity showed that the variables influence on the yield and texture. The greater amount of soymilk and increased initial acidity, before the process, within the ranges evaluated in this work, the yield was greater in the end. However, the acidity did not affect the Fracture Stress. In Fracture Strain, when we increased the concentration of soy proteins and the initial acidity, the cheeses were more flexible and deformable. Control of acidity along with the aggregation of other proteins might be interesting to produce a cheese whey-based with better yield, high quality protein, several physiological and functional properties, without however, make the cheese harder, and may make it even more elastic. The addition of soymilk and calcium chloride did not affect the color of the cheeses in the parameters of brightness, ° Hue and Chroma Index. The cheeses have had color close to yellow, or weak intensity achromatic. The texture of the cheese, adding soymilk left the cheese harder, demonstrated by the effects on Fracture Stress and Fracture Energy. The addition of calcium had a negative effect on the Fracture Energy, as their ions satisfy some active sites of proteins, forming clots smaller and making the gel becomes weaker. The Fracture Strain was positively influenced only by the addition of soymilk, which made the cheese more elastic. After fracture, the results repeated, showing a homogeneous structure of the product. And only the effect of the addition of soymilk was responsible for the increased yields. Thus, it is concluded that soy proteins added in Ricotta cheese production make the product more consistent and elastic texture, increasing yield, without necessarily changing the color. However, addition of calcium alone, despite its retention in the cheese, which is nutritionally significant, the cheese becomes more brittle. The addition of both calcium as soymilk produces a Ricotta cheese firmer and more elastic, higher nutritional value due soy proteins and calcium, with even better yield.

Key-words: texture, protein interactions, yield, fraud.

SUMÁRIO

1 CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL	12
1.1 INTRODUÇÃO	12
1.2 REVISÃO DA LITERATURA	15
1.2.1 SORO DE LEITE	15
1.2.1.1 Leite: origem do soro.....	15
1.2.1.2 Definição e Composição	16
1.2.1.3 Proteínas.....	17
1.2.1.3.1 Propriedades fisiológicas funcionais	19
1.2.1.3.2 Propriedades tecnológicas	20
1.2.1.4 Utilização no mercado	23
1.2.2 RICOTA	24
1.2.2.1 Produção da Ricota	26
1.2.3 SOJA.....	29
1.2.3.1 Composição nutricional da soja	29
1.2.3.2 Extrato Hidrossolúvel de soja e Tofu.....	32
1.3 OBJETIVOS	36
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	36
1.3.1.1 Objetivos específicos.....	36
REFERÊNCIAS	37
2 CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE RICOTAS COMERCIALIZADAS EM GOIÂNIA-GO E RICOTAS PRODUZIDAS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE LEITE	44
RESUMO.....	44
2.1 INTRODUÇÃO	44
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	46
2.2.1 FABRICAÇÃO DAS RICOTAS	47
2.2.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS QUEIJOS	47
2.2.3 CONCENTRAÇÃO HIDROGENIÔNICA (pH).....	47
2.2.4 COLORAÇÃO	47
2.2.5 TEXTURA	48
2.2.6 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA.....	49
2.2.7 RENDIMENTO.....	49
2.2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	49
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
2.3.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	50
2.3.2 CONCENTRAÇÃO HIDROGENIÔNICA (pH).....	53
2.3.3 COLORAÇÃO	54
2.3.4 TEXTURA	56
2.3.5 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA.....	59
2.3.6 RENDIMENTO.....	60
2.4 CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS	62
3 CAPÍTULO 3: INFLUÊNCIA DA ACIDEZ DO SORO DE LEITE ADICIONADO DE EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA NO PROCESSAMENTO E PARÂMETROS TECNOLÓGICOS DE QUEIJOS TIPO RICOTA	65
3.1 INTRODUÇÃO	65

3.2 MATERIAL E MÉTODOS	67
3.2.1 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL FATORIAL 2 ² COMPLETO	68
3.2.2 PRODUÇÃO DOS QUEIJOS	69
3.2.3 RENDIMENTO	71
3.2.4 TEXTURA	71
3.2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	72
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
3.4 CONCLUSÃO	78
REFERÊNCIAS	79
4 CAPÍTULO 4: INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA E CÁLCIO NO PROCESSAMENTO E PARÂMETROS TECNOLÓGICOS DE QUEIJOS TIPO RICOTA	81
RESUMO	81
4.1 INTRODUÇÃO	81
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	83
4.2.1 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL FATORIAL 2 ² COMPLETO	84
4.2.2 PRODUÇÃO DOS QUEIJOS	85
4.2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	88
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
4.3.1 COLORAÇÃO	88
4.3.2 TEXTURA	89
4.3.3 RENDIMENTO	101
4.4 CONCLUSÃO	103
REFERÊNCIAS	103
5 CONCLUSÃO GERAL	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1. Composição do leite cru tipo A integral.....	15
Tabela 1.2.. Caracterização do soro de leite originado da fabricação de queijos tipo mussarela e tipo prato.....	17
Tabela 1.3. Conteúdo de proteínas do soro de leite bovino.....	18
Tabela 2.1. Composição centesimal de cinco marcas de queijos tipo ricota comercializados na cidade de Goiânia – GO.....	50
Tabela 2.2. Composição centesimal de queijos tipo ricota produzidos com diferentes proporções de soro de leite e de leite de vaca.....	50
Tabela 2.3. Umidade Espremível para avaliar a Capacidade de Retenção de Água de queijos tipo ricota de marcas comercializadas na cidade de Goiânia–GO e, de ricotas produzidas com diferentes concentrações de leite e soro de leite.	60
Tabela 3.1. Variáveis independentes e seus níveis codificados e reais do Planejamento Fatorial 2 ² para otimização de queijos tipo ricota com adição de extrato hidrossolúvel de soja.....	68
Tabela 3.2. Rendimento dos queijos tipo ricota com adição de extrato hidrossolúvel de soja, pelo Planejamento Experimental Fatorial 2 ² , tendo como variáveis independentes a acidez inicial antes do processo e o volume de EHS adicionado.	72
Tabela 3.3. Tensão e Energia na Ruptura e Deformação de Hencky dos queijos tipo ricota com adição de extrato hidrossolúvel de soja, pelo Planejamento Experimental Fatorial 2 ² , tendo como variáveis independentes a acidez inicial antes do processo e o volume de EHS adicionado.	75
Tabela 4.1. Variáveis independentes e seus níveis codificados e reais do Planejamento Fatorial 2 ² Completo para otimização de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio.	84

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.1. Esquema de transição Sólido-Gel. (a) Formação do gel particulado. (b) Formação do gel transparente.....22
- Figura 2.1. Curva de pH de queijos tipo ricota produzidos com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C = 100% de soro de leite; T20 = 20% de leite + 80% de soro de leite; T35 = 35% de leite + 65% de soro de leite; T50 = 50% de leite + 50% de soro de leite).53
- Figura 2.2. Comparação da Luminosidade de ricotas comercializadas em Goiânia-GO (M1, M2, M3, M4, M5) e ricotas produzidas com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C: 100% soro, T1: 20% leite e 80% soro, T2: 35% leite e 65% soro, T3: 50% leite e 50% soro). As cores das colunas diferem os lotes ou repetições54
- Figura 2.3. Comparação dos ângulos de coloração (H°) de ricotas comercializadas em Goiânia-GO (M1, M2, M3, M4, M5) e ricotas produzidas com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C: 100% soro, T1: 20% leite e 80% soro, T2: 35% leite e 65% soro, T3: 50% leite e 50% soro). As cores das colunas diferem os lotes ou repetições. As letras minúsculas diferem estatisticamente as ricotas do 1º Lote ou da 1ª repetição, enquanto que as letras maiúsculas diferem estatisticamente ricotas do 2º lote ou 2ª repetição, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)55
- Figura 2.4. Comparação dos índices de Chroma de ricotas comercializadas em Goiânia-GO (M1, M2, M3, M4, M5) e ricotas produzidas com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C: 100% soro, T1: 20% leite e 80% soro, T2: 35% leite e 65% soro, T3: 50% leite e 50% soro). As cores das colunas diferem os lotes ou repetições. As letras minúsculas diferem estatisticamente as ricotas do 1º Lote ou da 1ª repetição, enquanto que as letras maiúsculas diferem estatisticamente ricotas do 2º lote ou 2ª repetição, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)56
- Figura 2.5. Comparação da Tensão na ruptura de ricotas comercializadas na cidade de Goiânia-GO (M1, M2, M3, M4, M5) e ricotas produzidas com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C:100% soro, T1:20% leite e 80% soro, T2:35% leite e 65% soro, T3:50% leite e 50% soro). As cores das colunas diferem os lotes ou repetições.....57
- Figura 2.6. Comparação da Deformação na ruptura de ricotas comercializadas em Goiânia-GO (M1, M2, M3, M4, M5) e ricotas produzidas com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C:100% soro, T1:20% leite e 80% soro, T2:35% leite e 65% soro, T3:50% leite e 50% soro). As cores das colunas diferem os lotes ou repetições.....58
- Figura 2.7. Comparação da Energia na ruptura de ricotas comercializadas em Goiânia-GO (M1, M2, M3, M4, M5) e ricotas produzidas com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C:100% soro, T1: 20% leite e 80% soro, T2: 35% leite e 65% soro, T3: 50% leite e 50% soro). As cores das colunas diferem os lotes ou repetições.....59

Figura 2.8. Comparação do Rendimento (L/kg) de ricotas produzidas com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C:100% soro, T20: 20% leite e 80% soro, T35: 35% leite e 65% soro, T50: 50% leite e 50% soro).	61
Figura 3.1. Fluxograma do desenvolvimento do experimento de queijos tipo ricota adicionados de extrato hidrossolúvel de soja.	70
Figura 3.2. Efeito da adição de EHS e, interação entre o aumento da acidez inicial e adição de EHS, sobre o rendimento (L/kg) dos queijos tipo ricota adicionados de extrato hidrossolúvel de soja, pelo Planejamento Experimental Fatorial 2 ² Completo tendo como variáveis independentes a acidez e o EHS adicionado.	73
Figura 3.3. Efeito da acidez titulável (g de ácido láctico/ 100 g) do soro de leite adicionado de EHS (extrato hidrossolúvel de soja) e, da adição de EHS sobre a Deformação de Hencky (-) na ruptura dos queijos tipo ricota, pelo Planejamento Experimental Fatorial 2 ² Completo tendo como variáveis independente a acidez e o EHS adicionado.	76
Figura 3.4. Variação da Deformação de Hencky na ruptura, de queijos tipo ricota adicionados de EHS (extrato hidrossolúvel de soja), pelo Planejamento Experimental Fatorial 2 ² Completo tendo como variáveis independentes a acidez e o EHS adicionado; em função da acidez inicial da mistura de soro de leite e EHS, antes do processo; e da adição de EHS.	77
Figura 4.1. Fluxograma do desenvolvimento do experimento de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio	85
Figura 4.2. Efeitos estimados da adição extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e da interação da entre a adição de cloreto de cálcio (CaCl ₂) e EHS, sobre a Tensão na Ruptura de queijos tipo ricota, produzidos pelo planejamento experimental fatorial 2 ²	90
Figura 4.3. Efeitos estimados da adição de cloreto de cálcio (CaCl ₂), extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e da interação entre eles, sobre a Energia na Ruptura de queijos tipo ricota produzidos pelo planejamento experimental fatorial 2 ²	90
Figura 4.4. Superfície de Resposta (A) e curva de nível (B) para predizer a Tensão na Ruptura de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2 ²	92
Figura 4.5. Superfície de Resposta (A) e curva de nível (B) para predizer a Energia na Ruptura de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2 ²	94
Figura 4.6. Efeito estimado da adição de extrato hidrossolúvel de soja na Deformação de Hencky na Ruptura de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2 ²	95
Figura 4.7. Superfície de Resposta (A) e a curva de nível (B) para predizer a Deformação na de Hencky na Ruptura de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2 ²	96

- Figura 4.8. Efeitos estimados da adição de extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e, da interação da adição de cloreto de cálcio (CaCl_2) e EHS, sobre a Tensão de Desintegração de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2^2 97
- Figura 4.9. Superfície de Resposta (A) e a curva de nível (B) para predizer a Tensão na Desintegração de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2^2 98
- Figura 4.10. Efeitos estimados da adição de cloreto de cálcio (CaCl_2), da adição de extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e da interação entre eles, sobre a Energia na Desintegração de queijos tipo ricota produzidos pelo planejamento experimental fatorial 2^2 99
- Figura 4.11. Superfície de Resposta (A) e a curva de nível (B) para predizer a Energia na Desintegração de queijos tipo ricota, em função da adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio..... 100
- Figura 4.12. Efeito estimado da adição de extrato hidrossolúvel de soja (EHS) sobre o rendimento (L/kg) de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2^2 101
- Figura 4.13. Superfície de Resposta (A) e e a curva de nível (B) para predizer o rendimento de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2^2 102

1 CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL

1.1 INTRODUÇÃO

No Brasil, em 2011, a produção de leite foi próxima à 31 bilhões de litros e a previsão para 2012 é um aumento de 4% alcançando 32,3 bilhões de litros (IBGE, 2012). Do total produzido de leite, 34% é destinado à fabricação de queijos. Na fabricação de queijos, 90% do leite utilizado se torna soro de leite, juntamente com 50 a 55% de seus nutrientes (CAMPIO; CARVALHO, 2009; EMBRAPA, 2010; TEIXEIRA; FONSECA, 2008).

Devido a todo esse volume produzido e sua importância, o soro de leite tem sido amplamente utilizado nos últimos anos na produção de seus derivados, principalmente por suas alegações de benefícios à saúde. Entre esses benefícios se destacam por possuir proteínas com alto teor de aminoácidos essenciais, especialmente os de cadeia ramificada, e pela presença de sequências de peptídeos bioativos, que apresentam tanto propriedades fisiológicas funcionais (HARAGUCHI et al., 2009), como também propriedades tecnológicas interessantes como solubilização e gelificação. Os estudos à respeito do soro de leite crescem acerca das propriedades de digestibilidade, atividade imunomoduladora, antibacteriana e viral, anticâncer, antiúlcera, benefícios ao sistema cardiovascular e outros (SGARBIERI, 2004).

A relação entre dieta e saúde somada ao crescente interesse de alguns indivíduos em consumir alimentos mais "saudáveis", têm levado a indústria alimentícia ao desenvolvimento de produtos, que além do fornecimento de nutrientes básicos e da satisfação do paladar do consumidor contenha, também, características funcionais. Entre esses produtos estão àqueles conhecidos como "alimentos funcionais", que tem como principal função a redução do risco de doenças crônicas não-transmissíveis, que são doenças cardiovasculares, diabetes, câncer e doenças respiratórias crônicas (BEHRENS; SILVA, 2004; ZIEGLER; SGARBIERI, 2009).

Um bom exemplo desse tipo de produto é a ricota, que agrega o valor nutricional e funcional do soro de leite. A ricota é destaque dentre os diferentes tipos de queijos frescos ou de alta umidade, que além de terem a qualidade nutricional das proteínas superior, ainda possui baixo teor de gorduras, ausência de sal e baixo custo. É considerado um produto leve e dietético, mundialmente consumido em muitas dietas alimentares. É ideal para gestantes, pessoas com problemas de níveis de colesterol e de hipertensão, e que não podem consumir outros tipos de queijos (RIBEIRO et al., 2005; CERESER et al., 2011).

A ricota é um queijo de origem da região mediterrânea e sul da Itália, e fabricado em diversos países. É conhecido também por queijo de albumina, por se constituir basicamente desta e de lactoglobulina, que são os principais componentes protéicos do soro, não coaguláveis pelo coalho. As proteínas do soro são proteínas facilmente desnaturadas e precipitadas pelo calor, sob a influência de acidificação, o que constitui como princípio básico da fabricação da ricota. O rendimento médio de fabricação da ricota é de cerca de 4 a 5% do volume de soro trabalhado, ou seja, em torno de 20 L de soro para produzir 1 kg de ricota (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994; MAIA, 2003; CARNEIRO; RODRIGUES, 2010).

Existem alguns fatores que são determinantes na aceitação do consumidor pelos queijos frescos como a ricota: Queijos frescos são comumente usados como ingredientes em saladas, portanto é importante manter a integridade dos pedaços. Ou então, deseja-se um queijo com maior capacidade de derretimento, ou seja, um queijo mais elástico para preparo de pratos quentes. Outra questão é a dessoragem do queijo durante o armazenamento, que é uma das desvantagens importante a ser tratada. Sinerese excessiva torna o queijo menos atrativo para os consumidores (ZAMORA et al., 2011).

Para se produzir um queijo tipo ricota de qualidade microbiológica e sensorial é importante ter uma boa matéria-prima e a qualidade do soro de leite está principalmente associada à origem do soro e suas características físicas e químicas. Além disso, o processo de produção da ricota consiste na formação de um gel protéico e esse é influenciado por pH; temperatura; tempo de exposição aos agentes; interações iônica, hidrofóbicas e grupos sulfidrilas livre; concentração de proteínas, sais e/ou sólidos totais (ANTUNES; MOTTA; ANTUNES, 2003). Controlar a gelificação das proteínas é um importante passo para desenvolver novas texturas e estabilidade para os produtos lácteos, para desenvolver a sensação desejada, na boca, de queijos (PICONE; TAKEUCHI; CUNHA, 2011).

Segundo Furtado e Lourenço Neto (1994), a produção de ricota tem sido muito utilizada para aproveitamento dos nutrientes presentes no soro do leite. Mas a ricota muitas vezes não se torna uma alternativa interessante para as indústrias por possuir baixo rendimento e textura frágil, o que dificulta e encarece o processo. Para isso, suspeita-se que algumas indústrias tem adicionado grandes quantidades de leite no processo, para aumentar o rendimento, mas que por outro lado, acabam descaracterizando sensorialmente o produto e reduzindo a qualidade nutricional das proteínas da ricota.

Outro produto que tem se destacado por sua funcionalidade é a soja. O Brasil tornou-se nos últimos trinta anos o segundo maior produtor mundial de soja (CAVALLET, 2008). As características químicas e nutricionais da soja a qualificam como alimento funcional devido à

alta qualidade de sua proteína e presença de isoflavonas. Estudos tem mostrado que a soja pode ser utilizada de forma preventiva e terapêutica no tratamento de doenças cardiovasculares, câncer, osteoporose e sintomas da menopausa (BEHRENS; SILVA, 2004). Para obtenção desses benefícios, a soja deve ser submetida a processos tecnológicos, como a fermentação, para ser consumida, pois os grãos são de difícil digestão, além de possuírem características sensoriais desagradáveis atribuídas à oxidação lipídica (GRUSAK, 2009). A soja, após processos físicos de separação, em que se removem as proteínas insolúveis (okara) da emulsão lipoprotéica, produz o extrato hidrossolúvel de soja, que é conhecido como “leite” de soja. A coagulação dessas proteínas pela adição de sais de cálcio e magnésio, forma uma estrutura de gel semelhante a um queijo (SOBRAL; WAGNER, 2009).

Adicionar proteínas da soja na produção do queijo tipo ricota pode ser uma alternativa para o desenvolvimento de um alimento de processo industrial simples, alto valor agregado e com várias alegações funcionais. Desse modo, é possível aproveitar a qualidade nutricional do soro, que muitas vezes é descartado como resíduo; acrescentar as funcionalidades das proteínas da soja em um produto com melhores características sensoriais que os derivados da soja; obtendo um queijo que tenha melhores propriedades de textura e maior rendimento, tornando-se um produto mais atraente para o consumidor e também para o produtor.

1.2 REVISÃO DA LITERATURA

1.2.1 SORO DE LEITE

1.2.1.1 Leite: origem do soro

Entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. O leite de outros animais deve denominar-se segundo a espécie de que proceda (BRASIL, 2011). Os macrocomponentes do leite bovino são a água, a lactose, a gordura, as proteínas e os minerais. É uma mistura homogênea de grande número de substâncias, das quais algumas estão em emulsão (gordura e substâncias associadas), algumas em suspensão (caseínas ligadas e sais minerais) e outras em dissolução verdadeira (lactose, vitaminas hidrossolúveis, proteínas do soro, sais, etc). A composição do leite varia com a raça, a espécie, a individualidade, a alimentação, o período de lactação, a frequência da ordenha entre outros (MARTINS, 2006; NISHIMOTO, 2006). Por isso, para comercialização, o leite tem que ter características compatíveis com a legislação vigente como é apresentado na Tabela 1.1.

Tabela 1.1. Composição do leite cru tipo A integral.

Componentes	(g/100g)
Umidade	87,27
Cinza	0,59
Lipídeos	3,80
Proteínas	3,28
Carboidratos	4,91
Potássio	0,13
Cálcio	0,12
Sódio	0,06

Fonte: adaptada de TORRES et al. (2000) e NOGUEIRA (2007).

A proteína do leite bovino contém cerca de 80% de caseína e 20% de proteínas do soro, percentual que pode variar em função da raça do gado, da ração fornecida e do país de origem (HARAGUCHI; ABREU; DE PAULA, 2006). Esta relação entre caseína e proteínas do soro é de 20,0:80,0 (%) no leite humano, 80,0:20,0 (%) no leite de búfala e 82,2:15,8 (%) no de cabra (SGARBIERI, 2004).

Para consumo *in natura* ou para a obtenção de derivados lácteos de qualidade, além de boas condições de manejo e higiene na produção, o leite deve apresentar algumas características físicas e químicas, as quais conferem ao produto final sabor, odor, textura e

qualidade desejáveis. Portanto, são importantes os teores de proteína e gordura, além de características físico-químicas como densidade, acidez, índice crioscópico e extrato seco desengordurado. A legislação vigente exige um valor mínimo de 2,9% de proteína, 3,0% de gordura e 8,4% de extrato seco desengordurado. Para a densidade estabelece-se um valor entre 1,028 a 1,034 g/mL, a acidez entre 0,14 à 0,18 g de ácido láctico/ 100 mL de leite, e índice crioscópico entre - 0,530°H a -0,550°H (equivalentes a -0,512°C e a -0,531°C). A acidez é o parâmetro mais importante quanto ao aspecto tecnológico, pois indica o grau de metabolização da lactose em ácido láctico, em função da má qualidade microbiológica e da conservação inadequada (BRASIL, 2011).

O leite pode ser usado na fabricação de diversos produtos tais como: iogurtes, achocolatados, pães, bebidas fermentadas, leite em pó, manteiga, requeijão, entre outros. No entanto, o principal destino do leite produzido no Brasil é para fabricação de queijos, com aproximadamente 34% de todo o leite sendo utilizado na fabricação desse produto (EMBRAPA, 2010). Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Queijos, a produção de queijos em estabelecimentos sob inspeção federal atingiu 700 mil toneladas em 2009. O consumo já ultrapassou 4 kg de queijo por pessoa, por ano, em 2010 (ABIQ, 2009).

Na fabricação do queijo, com adição do coalho, o leite se coagula e se separa em duas fases: a coalhada, que após a coagulação da caseína do leite, corte, mexedura, dessoragem e prensagem, dá origem ao queijo; e um líquido amarelado denominado de soro de leite, que representa em torno de 90% do volume de leite utilizado, e que este retém cerca de 50 à 55% dos nutrientes do leite, ou seja, 6,3-12,4% dos lipídeos, 21,4-25,1% dos compostos nitrogenados, 88,0-99,3% dos açúcares e 61,8-88,5% dos sais (GONZALÉZ, 2005; OLIVEIRA, 2006; TEIXEIRA; FONSECA, 2008; HARAGUCHI et al., 2009).

1.2.1.2 Definição e Composição

O soro de leite é um fluido opaco, verde-amarelado, composto por uma mistura complexa de proteínas globulares (~0,6%), lipídeos, minerais e lactose, em água (93%). Ele é obtido a partir da coagulação do leite ou da caseína do leite, para a fabricação de queijos ou de extração de caseinatos (BRASIL, 2005; ANDRADE; NASSER, 2005).

A composição do soro de leite depende do tipo e características do leite utilizado na sua produção, no tipo de queijo produzido e as operações unitárias utilizadas no processo. A proporção entre água e extrato seco é em torno de 93,39:6,61 (BARBOSA; ARAÚJO, 2006; SILVA; TREICHEL, 2006; TEIXEIRA; FONSECA, 2008). Na Tabela 1.2 estão apresentadas as características do soro de leite originado pela fabricação de queijo tipo mussarela e tipo

prato. Cerca de 2/3 do cálcio contido no leite é retido no queijo durante a coagulação e o restante fica no soro.

Tabela 1.2. Caracterização do soro de leite originado da fabricação de queijos tipo mussarela e tipo prato.

Análise	Mussarela*	Prato*
pH	6,25	6,44
Acidez	20 °D	15 °D
Proteína	0,833% ^a	0,863% ^a
Gordura	0,743% ^b	0,766% ^b
Lactose	4,270% ^c	3,670% ^c
Cálcio	36,56 mg/100 g ^d	45,40 mg/100 g ^d
Ferro	0,072 mg/100 g ^e	0,074 mg/100 g ^e
Potássio	64,18 mg/100 g ^f	69,99 mg/100 g ^f
Magnésio	6,05 mg/100 g ^g	6,33 mg/100 g ^g
Nitrato	19,18 g.L ^{-1 h}	19,05 g.L ^{-1 h}

*média das caracterizações realizadas. Letras minúsculas iguais não diferem entre si no mesmo parâmetro pelo teste de Tukey (p<0,05). Fonte: (SILVA; TREICHEL, 2006).

O soro de leite pode ser obtido em laboratório ou na indústria por três processos principais: a) pelo processo de coagulação enzimática (enzima quimosina), que resulta no coágulo de caseínas, que origina o soro "doce"; b) precipitação ácida no pH isoeletrico (pI), que origina o soro ácido; c) separação física das micelas de caseína por microfiltração, obtendo-se concentrado de micelas e as proteínas do soro, na forma de concentrado ou isolado protéico. Assim, existem dois tipos de soro: o doce e o ácido (SGARBIERI, 2004).

O soro doce provém da precipitação da caseína e separação da massa de queijo, logo após o corte do coágulo, e pode dar origem a queijos tipo Cheddar, Suíço, Colby, Mussarela, Minas Frescal e similares. É proveniente da coagulação enzimática do leite em pH próximo de 6,7 ou coagulação da caseína por enzimas proteolíticas. Já o soro ácido é obtido como subproduto da fabricação de queijos frescos, como o Cottage, quark, requeijão, dentre outros, ou queijos de coagulação lenta, quando ocorre transformação de lactose em ácido láctico e é obtido pela coagulação da caseína em pH inferior a 5,1 (ANDRADE; NASSER, 2005; UES et al., 2006; ZIMMER, 2006).

1.2.1.3 Proteínas

As proteínas do soro de leite, principalmente nos produtos isolados ou concentrados, caracterizam-se por possuírem alto teor de aminoácidos essenciais, especialmente os de cadeia ramificada, destacando-se o conteúdo de sulfurados e, pela presença de sequências de

peptídeos bioativos, que apresentam diferentes propriedades fisiológicas funcionais (CAPITANI et al., 2005; HARAGUCHI et al., 2009).

As principais frações protéicas do soro de leite estão apresentadas na Tabela 1.3. As frações, ou peptídeos do soro, são constituídas principalmente de: beta-lactoglobulina (BLG), alfa-lactoalbumina (ALA), albumina do soro bovino (BSA), imunoglobulinas (Ig's) e glicomacropéptídeos (GMP) (HARAGUCHI, ABREU; DE PAULA, 2006).

Tabela 1.3. Conteúdo de proteínas do soro de leite bovino.

Proteínas do soro	Proporção relativa em % das proteínas do soro de leite
Beta-lactoglobulina	45-57
Alfa-lactoalbumina	15-25
Albumina do soro bovino	10
Proteases-peptonas	10
Imunoglobulinas	5

Fonte: (HARAGUCHI; ABREU; DE PAULA, 2006; OLIVEIRA, 2006) adaptado.

A beta-lactoglobulina (BLG) é o maior peptídeo do soro, representando, no leite bovino, cerca de 3,2 g/L, peso médio molecular (18,4-36,8 kDa) e maior teor de aminoácidos de cadeia ramificada (25,1%). A alfa-lactoalbumina (ALA) é o segundo peptídeo do soro do leite bovino e o principal do leite humano, possui peso molecular de 14,2 kDa, e é rico em lisina, leucina, treonina, cisteína e principalmente triptofano (6%). A albumina do soro bovino (BSA) é um peptídeo de alto peso molecular (66 kDa), rico em cistina (6%) e possui afinidade por ácidos graxos livres e outros lipídeos, favorecendo seu transporte na corrente sanguínea. As Imunoglobulinas (Ig's) estão presentes no soro em quatro das cinco classes das Ig's (IgG, IgA, IgM e IgE), sendo que a IgG é a principal representando 80% do total delas. São proteínas de alto peso molecular (150 - 1.000 kDa) e possuem resistência à ação de ácidos e enzimas proteolíticas presentes no estômago, sendo, portanto, absorvida no intestino delgado (HARAGUCHI; ABREU; DE PAULA, 2006).

O glicomacropéptídeo (GMP) é um peptídeo (6,7 kDa) resistente ao calor e à digestão assim como a mudanças de pH. Curiosamente, muitos autores não descrevem o GMP como um peptídeo do soro. Na verdade, o GMP é um peptídeo derivado da quebra da kapa-caseína, pela ação da quimosina durante a coagulação do leite na produção de soro doce. Apresenta alta carga negativa, que favorece a absorção de minerais pelo epitélio intestinal, e, assim como a fração BLG, possui alto teor de aminoácidos essenciais (47%) (HARAGUCHI; ABREU; DE PAULA, 2006). A quantidade presente no soro irá depender do tipo de queijo produzido, quantidade de coalho e das operações unitárias utilizadas.

As sub-frações ou peptídeos secundários das proteínas do soro são assim denominadas por se apresentarem em pequenas concentrações no leite. Compreendem as sub-frações: lactoferrina, beta-microglobulinas, gama-globulinas, lactoperoxidase, lisozima, lactolina, relaxina, lactofano, fatores de crescimento IGF-1 e IGF-2, proteoses-peptonas e aminoácidos livres. As subfrações lactoferrina, lisozima, lactoperoxidase, encontradas no leite humano, fornecem propriedades antimicrobianas importantes para o recém-nascido, assim como os fatores de crescimento IGF-I e IGF-II, que estão relacionados com o desenvolvimento do tubo digestivo (HARAGUCHI; ABREU; DE PAULA, 2006).

1.2.1.3.1 Propriedades fisiológicas funcionais

As proteínas do soro de leite são definidas como altamente digeríveis e rapidamente absorvidas pelo organismo, quando comparada a outros tipos de proteína como a caseína. Além disso, atua estimulando a síntese de proteínas sanguíneas e teciduais no organismo (SGARBIERI, 2004; PACHECO et al., 2005). Por isso, as proteínas do soro do leite podem ser usadas em aplicações nutricionais, como fórmulas enterais e de alimentos infantis; na forma de proteínas nativas ou pré-digeridas para contribuir com o ganho de peso em pacientes pós-cirúrgicos, geriátricos e imobilizados; numa dieta de alimentos de baixa caloria; e na substituição de gordura, ou na formulação de alimentos e bebidas saudáveis (CAPITANI et al., 2005).

Os estudos acerca da funcionalidade das proteínas do soro são crescentes e promissores. Os estudos se concentram na atividade imunomoduladora, antimicrobiana, antiviral, anticâncer, antiúlcera e benefício ao sistema cardiovascular (SGARBIERI, 2004).

A alfa-lactoalbumina (ALA) é precursora da biossíntese de lactose no tecido mamário e possui a capacidade de se ligar a certos minerais, como cálcio e zinco, o que pode afetar positivamente sua absorção. Além disso, a fração ALA apresenta atividade antimicrobiana contra bactérias patogênicas, como, por exemplo, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Klebsiella pneumoniae* (HARAGUCHI, ABREU, DE PAULA, 2006).

Uma das propriedades funcionais fisiológicas mais estudadas e importantes das proteínas do soro de leite se relaciona com o seu poder imunomodulador. A ação imunoestimulatória tem sido demonstrada para as proteínas isoladas do soro: imunoglobulinas, lactoferrina, lactoperoxidase, GMP. A lactoferrina tem a capacidade de ligar, transportar e promover a absorção de ferro sem provocar constipação em crianças pequenas, como ocorre com os suplementos inorgânicos de ferro. Atua também inibindo a proliferação e o crescimento de bactérias gran-positivas e gran-negativas, bem como

leveduras, fungos e protozoários, por quelar o ferro disponível no ambiente (atividade bacteriostática). Outras características dessa proteína são os efeitos antioxidantes, fortalecimento do sistema imunológico e efeitos anticâncer. A lactoperoxidase é uma enzima com propriedades antibacterianas, que é capaz de oxidar tiocianatos em presença de peróxido de hidrogênio (SGARBIERI, 2004).

O extrato protéico de soro reduz a apoptose de neutrófilos no sangue humano e exerce um efeito dose-dependente sobre essas células que, posteriormente, quando estimulados, aumentam as funções de aderência, quimiotaxia, fagocitose, oxidativo e desgranulação. Seu mecanismo de ação *in vitro* está relacionado principalmente à presença de BLG e ALA (ROSU et al., 2009).

A cisteína é um aminoácido sulfurado, presente no soro de leite, e capaz de promover *in vivo* aumento da síntese de glutathione. Além do fato da glutathione ser importante na proteção dos tecidos epiteliais, e agir na proteção da mucosa gástrica, também age contra vários agentes agressores (SGARBIERI, 2004).

As proteínas e peptídeos do soro produzem vários efeitos biológicos quando ingeridas como estímulo à síntese de glutathione, estímulo à síntese de IGF-1 (Insulin Growth Factor I), reforço imunológico, ação hipocolesterolemica, ação antitumoral e aumento da longevidade em animais de experimentação. Contudo, para que as proteínas do soro de leite estimulem a síntese de glutathione e atuem como imunomoduladoras, assim como outras propriedades funcionais, devem permanecer com suas estruturas nativas intactas, preservando a atividade biológica original (PACHECO et al., 2005). Desse modo, métodos especiais de produção devem ser adotados para a preservação das estruturas das proteínas e de suas propriedades funcionais, bem como, mais estudos devem ser realizados, visando o desenvolvimento de novos produtos de soro (SGARBIERI, 2004).

1.2.1.3.2 Propriedades tecnológicas

As propriedades tecnológicas das proteínas do soro mais interessantes são em relação a solubilização e gelificação devido as suas capacidade de formarem géis estáveis após aquecimento.

O processo de gelificação pode ser promovido por meio de tratamentos ácidos ou enzimáticos, por adição de sais, e pela ação do calor. Inicialmente, as proteínas globulares do soro de leite, que estão em um sistema aquoso, possui estruturas compactas estabilizados por interações intramoleculares não-covalentes e ligações de dissulfeto. A reação inicial do processo de gelificação induzida por algum agente (ácido, enzimas, sais, calor), envolve o

enfraquecimento e quebra das ligações de hidrogênio e dissulfídicas, desestabilizando a estrutura conformacional das proteínas. Posteriormente, há uma desnaturação das proteínas, que faz com que a estrutura original globular desdobre e exponha os grupos hidrofóbicos, ou seja, não-polares e de grupos sulfidrílicos, inicialmente agregados no interior do glóbulo. Com a exposição dos sítios ativos da proteína, permite a estabilização de ligações dissulfeto, ligações de hidrogênio, interações de van der Waals, produzindo uma estrutura tridimensional capaz de imobilizar fisicamente grande parte do solvente. Forma-se então um gel, onde sua integridade física é mantida pelo contrabalanceamento das forças de atração e repulsão entre as moléculas de proteína e destas com o solvente circundante (ANTUNES; MOTTA; ANTUNES, 2003; ANDRADE; NASSER, 2005; LOPES et al., 2007; PICONE; TAKEUCHI; CUNHA, 2011).

Podem ser formados dois tipos de géis e se diferenciam pela cinética de agregação e pela estrutura dos agregados. O balanço de forças atrativas e repulsivas entre as moléculas de proteína parcialmente desnaturadas de modo geral dependem do pH, o qual controla a carga líquida da proteína e da força iônica que afeta as interações eletrostáticas. O ponto isoelétrico das proteínas é pH de 5,2 para beta-lactoglobulina, 4,2-4,5 para a alfa-lactoalbumina, 4,7-4,9 para a albumina do soro bovino e 5,5-8,3 para as imunoglobulinas. Em valores de pHs afastados do ponto isoelétrico da proteína e sob força iônica baixa, a repulsão eletrostática entre as moléculas é grande; a rede tridimensional do gel formado é transparente e constituída por camadas finas, de diâmetro da ordem de nanômetros (Figura 1). Quando o pH está próximo ao ponto isoelétrico ou sob força iônica suficiente para eliminar a repulsão eletrostática intermolecular, a rede tridimensional desses géis, denominados de géis particulados, torna-se menos específica devido a agregação irregular de moléculas. Formam-se então coágulos brancos, opacos e sujeitos a sinerese, além de frágeis e de reduzida elasticidade, e seu diâmetro alcança a ordem de micrômetros (Figura 1.1) (ANTUNES; MOTTA; ANTUNES, 2003; ANDRADE; NASSER, 2005; PICONE; TAKEUCHI; CUNHA, 2011).

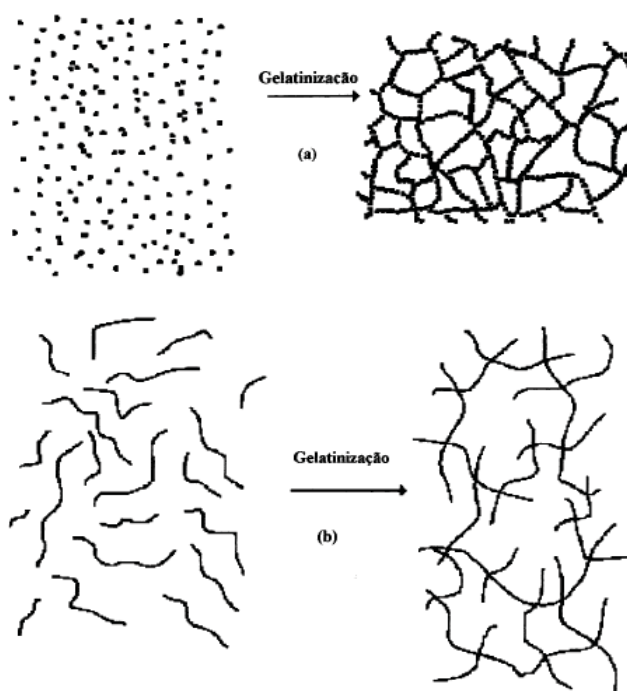


Figura 1.1. Esquema de transição Solído-Gel. (a) Formação do gel particulado. (b) Formação do gel transparente.

As proteínas do soro de leite que apresentam melhores propriedades gelificantes são a beta-lactoglobulina e a albumina do soro bovino (ASB), mas sendo a primeira de 10 a 20 vezes mais abundante nos produtos com soro lácteo, pois ela é considerada a principal agente gelificante por apresentar grupos sulfidrila livres. A ordem aparente de desnaturação das principais proteínas do soro individualmente é: Imunoglobulina>BSA>b-lactoglobulina>a-lactoalbumina; todavia as taxas de desnaturação são fortemente influenciadas por pH; temperatura; tempo de exposição aos agentes; interações iônica, hidrofóbicas e grupos sulfidrila livre; e concentração de proteínas, sais e/ou sólidos totais (ANTUNES; MOTTA; ANTUNES, 2003).

Em relação ao fator concentração protéica, Antunes, Motta e Antunes (2003) observaram que com o seu aumento, ocorreu modificação da textura dos géis, resultando em aumento da firmeza e intensificando a retenção de água pela matriz. Eles constataram que géis com maior concentração protéica são mais firmes, elásticos e capazes de reter maiores quantidades de água quando comparados aos contendo menos proteína. Quanto à influência da temperatura na desnaturação, observaram que utilizando uma temperatura entre 87 a 89 °C, os géis apresentaram maior dureza, coesividade e capacidade de retenção de água. Para obter géis mais elásticos a faixa ideal de temperatura de desnaturação foi de 85 a 87 °C. Em relação ao tempo de aquecimento, constatou-se que de 24 a 27 minutos resultou em géis mais firmes.

Para a característica elasticidade o tempo ideal foi de 21 minutos. Géis preparados em valores de pH próximos de 4,0 apresentaram-se mais elásticos e com maior retenção de água, enquanto que os preparados em pH variando de 4,9 a 5,2 formam géis mais firmes e coesos (ANTUNES; MOTTA; ANTUNES, 2003).

Um aumento na propriedade de dureza geralmente tem sido atribuída a um ótimo balanço entre interações proteína-proteína e proteína-solvente. Quando utilizados na mesma concentração de sais, os cátions bivalentes e trivalentes tem um maior efeito nas propriedades do gel que cátions monovalentes. Alguns autores trabalharam investigando o papel do cálcio e da cisteína sobre a propriedade de gelificação das proteínas do soro de leite induzida pelo calor e concluíram que a máxima dureza do gel foi obtida a uma concentração de 11 mM de cálcio e esta dureza diminui com o aumento da concentração de CaCl_2 . Eles sugerem que a diminuição da força do gel em altas concentrações de CaCl_2 poderia indicar ligações de cálcio intramoleculares (LUVIELMO; ANTUNES, 2002).

O objetivo de Barbut e Foegeding (1993) foi determinar se o tratamento de pré-aquecimento poderia formar um gel de Isolado Protéico de soro (IPS) a temperatura ambiente após adição de cloreto de cálcio (CaCl_2). O resultado deste trabalho mostrou que suspensões de IPS contendo CaCl_2 começam a formar géis a 66 °C, enquanto que o IPS aquecido sem CaCl_2 (isto é, o CaCl_2 é adicionado após aquecer) não forma géis em temperaturas abaixo de 72 °C. Assim uma alta temperatura (ou um tempo maior) foi requerida para completar a sensibilidade conferida pelo CaCl_2 no pré-aquecimento das proteínas.

Os sais CaCl_2 e cloreto de sódio (NaCl) tem efeitos diferentes sobre a formação do gel. Sendo o cálcio um cátion bivalente, é capaz de formar uma ponte iônica entre 2 grupos carboxílicos adjacentes de diferentes cadeias peptídicas, enquanto o sódio é monovalente. Portanto, quanto maior a concentração de cálcio, menor a desestabilização da conformação das proteínas. Quando os íons cálcio são comparados aos íons magnésio, concluiu-se que a adição de íons Ca^{++} apresentaram maior dureza do que os géis aos quais se adicionou íons Mg^{++} . Portanto, o cálcio iônico mostrou ter importância preponderante na formação do gel de proteínas do soro de leite, pois modifica a dureza dos géis e indica que mudar a força iônica ou proporções relativas de espécies iônicas, antes e após aquecimento, pode induzir profundas interações proteína-proteína (LUVIELMO; ANTUNES, 2002).

1.2.1.4 Utilização no mercado

A substituição parcial do leite pelo soro é uma tendência de mercado na fabricação de diversos produtos como requeijão e iogurte. Isso ocorre tanto por questões econômicas devido

ao seu baixo preço e grande volume produzido, quanto por vantagens qualitativas, tais como a qualidade nutricional devido as proteínas de alto valor biológico, as melhorias sensoriais (sabor e textura), a emulsificação, estabilidade, dispersibilidade em misturas secas, ação anti-aglutinante, além de maior vida-de-prateleira (LAGRANGE; DALLAS, 1997; VIEIRA et al., 2007).

O processamento do soro inclui diversificados produtos como soro em pó, biscoitos, bebidas(lácteas, carbonatadas e fermentadas), ricota, concentrado protéico, formulações de alimentos infantis, iogurte, doce de leite, alimentos dietéticos, sopas, molhos, produtos de panificação e confeitarias, sorvetes, molhos de carne, salsichas, cosméticos, fármacos, álcool, ração, lactose, plásticos e aditivos alimentares (CARMINATTI, 2001).

Entretanto, a despeito das várias possibilidades de utilização do soro, e de seu alto valor nutritivo, aproximadamente metade da produção mundial de soro é descartada como efluente, sem qualquer tratamento. Por isso, o soro de leite representa um sério problema ambiental e possui alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO), entre 30.000 a 60.000 mg de O₂/L, dependendo do queijo produzido (ANDRADE; MARTINS, 2002). Isso porque o soro possui mais da metade dos componentes do leite original, incluindo 20% de proteínas, a maior parte da lactose, minerais e vitaminas hidrossolúveis, que quando descartados no meio ambiente, se tornam agentes de poluição (EL-SHEIKH; FARRAG; ZAGHLOUL, 2010; BIASUTTI et al., 2008). Pesquisas mostram que para cada litro de soro descartado são desperdiçados cerca de 50 g de lactose e 10 g de proteína com elevado valor nutricional e funcional. Assim, o aproveitamento do soro de leite pode contribuir para melhorar a qualidade da alimentação e reduzir a carga poluente (DOMINGUES, 2001).

1.2.2 RICOTA

Define-se ricota como um produto obtido da albumina do soro de leite, adicionado de leite até 20% do seu volume, e que pode ser consumido fresco ou defumado por 10 a 15 dias. A ricota pode ser produzida com 10 à 25% de gordura, e com umidade que não deve ser inferior á 55% (BRASIL, 1996). Seu formato deve ser cilíndrico e possuir peso de 300 g a 1 kg. Em relação à crosta, ela deve ser rugosa, não formatada ou pouco nítida. A consistência é definida como mole, não pastosa e friável. A textura deve ser fechada com algumas olhaduras mecânicas e a cor deve ser branco a creme. O odor e sabor são característicos do queijo (SOUTA et al., 2009).

A ricota é um queijo de origem da região mediterrânea e sul da Itália, e fabricado em diversos países sob várias denominações. É conhecido também por queijo de albumina, por se constituir basicamente desta e de lactoglobulina, que são os principais componentes protéicos do soro, não coaguláveis pelo coalho. É um queijo fresco de alta umidade. As proteínas do soro são proteínas facilmente desnaturadas e precipitadas pelo calor, sob a influência de acidificação, o que constitui como princípio básico da fabricação da ricota (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994).

A massa da ricota é obtida por meio da acidificação do soro de leite, adicionado ou não de leite integral, após seu aquecimento a aproximadamente 92 °C. Às vezes, a ricota é comercializada somente após o processo de defumação (ricota defumada) ou de condimentação (ricota condimentada). Pode ser também prensada ou cremosa, comercializada em potes, podendo também, nesses casos, ser condimentada (RIBEIRO et al., 2005). A composição média esperada da ricota é de 70 a 73% de umidade, 4 a 6% de gordura, 4,9 a 5,3 de pH (FERREIRA, 2003). Seu rendimento médio de fabricação é de cerca de 4 a 5% do volume de soro trabalhado, ou seja, em torno de 20 L de soro para produzir 1 kg de ricota (MAIA, 2003).

A demanda cada vez mais crescente dos consumidores por alimentos mais convenientes, frescos, naturais, semiprocessados e com menor quantidade de gorduras, conservantes e aditivos, muitas vezes resulta na obtenção de produtos com reduzida vida de prateleira como por exemplo a ricota, que é de no máximo 60 dias (RIBEIRO et al., 2005). A conservação é limitada devido aos teores elevados de umidade e disponibilidade de nutrientes, como sais minerais e lactose (MAIA, 2003; CERESER et al., 2011). De acordo com os padrões de qualidade microbiológicas estabelecidos pelo MAPA (BRASIL, 2001), a ricota deve ter ausência de *Salmonella SP* e *Listeria monocytogenes*, e limites máximos de 5×10^{-3} coliformes termotolerantes/g do produto, e 10^{-3} de estafilococos coagulase positiva /g do produto.

A ricota é destaque dentre os diferentes tipos de queijos frescos ou de alta umidade. O alto consumo se deve pelo seu baixo teor de gordura, alta digestibilidade das proteínas, ausência de sal e baixo custo. É considerado um produto leve e dietético, mundialmente consumido em muitas dietas alimentares (RIBEIRO et al., 2005; CERESER et al., 2011). É ideal para gestantes, pessoas com problemas de níveis de colesterol e de hipertensão, e que não podem consumir outros tipos de queijos. A ricota possui uma relação custo-benefício muito boa e existem, hoje, no mercado, diferentes tipos de ricota: tradicional, prensada, cremosa, salgada ou não, condimentada, com açúcar e em vários tamanhos. No mercado pode

ser encontrada ainda uma ricota culinária, em cujo processo de fabricação emprega-se creme de leite para torná-la viscosa (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994; CARNEIRO; RODRIGUES, 2010).

Existem alguns fatores que são determinantes na aceitação do consumidor pelos queijos frescos como a ricota: textura, umidade espremível e cor. Queijos frescos são comumente usados como ingredientes em saladas, portanto é importante manter a integridade dos pedaços. Ou então, deseja-se um queijo com maior capacidade de derretimento, ou seja, um queijo mais elástico para preparo de pratos quentes. Outra questão é a dessoragem do queijo durante o armazenamento, que é uma das desvantagens importante a ser tratada. Sinerese excessiva torna o queijo menos atrativo para os consumidores (ZAMORA et al., 2011). A cor é um dos mais importantes atributos que definem os efeitos da percepção de qualidade do consumidor, e pode predizer uma aceitação em relação à aparência do produto. Esse é um atributo que sempre será avaliado pelos consumidores no momento da compra e é determinante para garantir uma compra regular do produto. Além disso, a cor pode predizer atributos não sensoriais como umidade e teor de pigmento (GRANATO; MASSON, 2010).

A ricota não pode ser considerada como opção de eliminação do resíduo de soro gerado na produção de outros queijos e despejado nos efluentes, mas sim do aproveitamento de suas qualidades nutricionais, não desperdiçando a proteína do soro. Isso pôde ser observado por Ues et al. (2006), que avaliou a Demanda Química de Oxigênio (DQO) do soro antes e após a produção da ricota, e verificou que a carga orgânica do soro não apresentou redução significativa, passou de 94.197,6 mg/L de gás oxigênio (O₂) para 61.516,8 mg/L de O₂, sendo necessário ainda realização de um tratamento secundário para diminuição da DQO.

1.2.2.1 Produção da Ricota

Na fabricação de 1 quilo de ricota exige em torno de 20 litros de soro fresco, que não contenha sal ou corante. O soro pode ser obtido por meio da produção do queijo frescal, por exemplo. Também pode ser adicionado leite (integral ou desnatado), um acidificante como o vinagre, ácidos cítrico ou láctico e opcional o bicarbonato de cálcio. O soro fresco deve ser filtrado e colocado no recipiente adequado para produção de queijos. Em seguida, aquece-se lentamente, sempre em agitação. Quando atingir temperatura morna, adiciona-se o bicarbonato de cálcio e quando o soro atingir 65 °C, adiciona-se o leite integral ou desnatado. O soro ainda é aquecido lentamente até 95 °C, quando se adiciona o acidificante, deixa em repouso e em seguida começa a flocular (formar flocos). Após 15 minutos já se pode coletar a massa com pá ou escumadeira e colocado em formas. Após o resfriamento a temperatura

ambiente deve-se virar o queijo. O armazenamento deve ser em sacos ou potes em temperatura de aproximadamente 7 °C. A ricota, tradicionalmente, não contém sal e/ou condimentos. A adição destes é opcional e tem também muita aceitação no mercado (CARNEIRO; RODRIGUES, 2010).

Para se produzir um queijo tipo ricota de qualidade microbiológica e sensorial é importante ter uma boa matéria-prima e a qualidade do soro de leite está principalmente associada à origem do soro e suas características físicas e químicas. O soro precisa ser doce, originado da produção de queijos de coagulação enzimática, pois a acidificação tem que ser aliada ao aumento da temperatura para a precipitação. A acidez muito alta do soro antes da produção da ricota pode indicar maiores contagens bacterianas e conseqüentemente baixa qualidade do soro. Isto se deve ao fato de o principal produto metabólico bacteriano ser o ácido láctico proveniente da metabolização da lactose pela bactéria (TEXEIRA; FONSECA, 2008).

Alguns pontos críticos podem ser observados na fabricação da ricota. O primeiro deles é a quantidade de ácido a adicionar que pode variar em função de acidez e pH do soro, temperatura e intensidade de agitação. Outro fator é o emprego de vapor direto no aquecimento do soro. A oclusão de ar nos flocos formados pela desnaturação protéica facilita a formação da camada de ricota à superfície do soro. Esta oclusão é influenciada pelo borbulhar do vapor no fundo do tanque. Além disso, o pH final também é um ponto crítico pois pode afetar a propriedade dos agregados de proteína flocular à superfície ou precipitar para o fundo do tanque. Este pH pode variar de um processo para outro e deve ser determinado na prática. Está diretamente relacionado ao tipo e quantidade de ácido empregado (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994).

Controlar a gelificação das proteínas é um importante passo para desenvolver novas texturas e estabilidade para os produtos lácteos. Mudanças na textura causadas pelo processamento térmico são comuns no processo de produtos lácteos, e permitem o desenvolvimento da sensação desejada, na boca, de queijos e sobremesas lácteas (PICONE; TAKEUCHI; CUNHA, 2011).

A aplicação da temperatura elevada é de extrema importância para as taxas de desnaturação protéicas e conseqüentemente a formação do coágulo flutuante que será o queijo ricota. Temperaturas elevadas favorecem a formação de géis mais firmes. No entanto, o aumento da firmeza não é função linear da temperatura (ANTUNES; MOTTA; ANTUNES, 2003).

O maior rendimento ocorrerá se a presença de alfa-lactoalbumina, beta-lactoglobulina e caseína estiverem em quantidades adequadas e se o efeito da temperatura atuar de maneira uniforme sobre esses componentes. A temperatura de 80 °C inicia-se o processo de floculação da massa, indicando que esta é adequada. Os flocos formados e presentes na superfície devem ser apanhados com auxílio de uma escumadeira própria, pois a permanência exagerada sobre o líquido quente altera as propriedades sensoriais do queijo (CAPITANI et al., 2005). Após ser aquecido, o soro é acidificado, porém a temperatura não pode ser inferior que 74 °C. A acidificação auxilia no processo final da flotação do coalho ou massa que formará o queijo e fornece o *flavor* adequado a partir de pH fixado em 5,6 no máximo. Sendo assim, a verificação periódica do pH após a adição do ácido é primordial na condução da fabricação da ricota. A coalhada que flutua, isto é, quando permanece na superfície, sofre coalescência formando uma camada única. Logo, esta deve ser apanhada. Esse processo deve ser delicado e bem conduzido, pois o produto irá conferir a textura e firmeza do queijo final (UES et al 2006).

A caracterização dos queijos é tradicionalmente realizada de duas formas, ou por análise sensorial ou por métodos instrumentais. Ambas as abordagens são demoradas e os últimos são um tanto empírico. Os aspecto tecnológicos avaliam os efeitos causados pelo processo, como a textura, a capacidade de retenção de água, a cor, o pH, a acidez, o rendimento, entre outros (BLAZQUEZ et al., 2006).

Juntamente com o sabor, o aspecto e o aroma, a textura é um atributo sensorial que exerce influencia sobre a aceitação dos alimentos pelo consumidor. Ao mesmo tempo em que confirma a expectativa quanto à qualidade do produto, a textura está associada à satisfação e ao prazer de comer. Os queijos são um sistema complexo composto principalmente de proteínas, gorduras, minerais e água, obtidos por mistura, diferentes aquecimento e maturação, além dos coagulantes e sais. A sua textura é influenciada pela composição química do queijo inicial e as condições de processamento utilizadas durante a fabricação. É importante ter um controle adequado dos parâmetros que afetam a textura, pois além de influenciar diretamente a qualidade e satisfação do consumidor, torna-se capaz de produzir desde queijos mais macios até queijos mais duros com diferentes tipos de consumos e mercados consumidores (PIAZZON-GOMES; PRUDÊNCIO; SILVA, 2010).

1.2.3 SOJA

O Brasil tornou-se nos últimos trinta anos o segundo maior produtor mundial de soja e o segundo maior exportador de soja e farelo de soja com uma participação de mais de 33% do mercado mundial (CAVALLET, 2008). Segundo a EMBRAPA SOJA no ciclo 2010/2011, a produção foi de 75 milhões de toneladas, com 24,2 milhões de hectares plantados (FERREIRA, 2011). O total de exportações entre grão, farelo e óleo foi de US\$ 17,1 bilhões. O crescimento na produção de soja no Brasil vem sendo estimulado pelo aumento da demanda do grão como uma fonte de proteínas e energia para produção de ração animal na Comunidade Européia, que é o destino de cerca de 70% da soja exportada pelo Brasil (CAVALLET, 2008).

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] e os seus produtos vêm sendo amplamente estudados devido ao seu valor nutricional e as suas propriedades funcionais tecnológicas de solubilidade e dispersibilidade, na indústria de alimentos, e como alimento funcional, por possuir ação moduladora em determinados mecanismos fisiológicos através de suas proteínas e isoflavonas. Ou seja, além das propriedades nutricionais básicas, o consumo da soja produz efeitos benéficos à saúde, reduzindo os riscos de algumas doenças crônicas e degenerativas (CIABOTTI et al., 2006; LEONEL; MARTINS; MISCHAN, 2010; HOLLENBACH et al., 2010).

Os produtos derivados da soja também são consumidos por pessoas alérgicas as proteínas do leite ou intolerantes ao a lactose (4-O- β -Dgalactopiranosil-D-glucopiranoose), açúcar do leite de vaca. A intolerância a lactose se deve à deficiência de uma enzima denominada β -galactosidase ou lactase. A lactose é um açúcar de doçura e solubilidade relativamente baixas e não pode ser absorvido diretamente a partir do intestino humano (BOATTO et al., 2010).

1.2.3.1 Composição nutricional da soja

A soja é um alimento rico em proteínas, fibras, óleo, importante fonte de minerais (sódio, potássio, fósforo, ferro, magnésio, zinco e cálcio) e vitaminas, como tiamina (B₁), riboflavina (B₂), niacina (B₃), ácido nicotínico e ácido ascórbico (LEONEL; MARTINS; MISCHAN, 2010; HOLLENBACH et al., 2010).

A soja destaca-se por apresentar aproximadamente 40% de proteínas de alta qualidade e baixo custo, 20% de lipídios com alta concentração de ácidos graxos poliinsaturados, aproximadamente 34% de carboidratos, minerais como fósforo, ferro, magnésio e zinco e

teores consideráveis de vitaminas do complexo B. Sua composição é influenciada por fatores ambientais, genéticos, locação e safra, causando alterações no rendimento e na qualidade de seus produtos derivados (CIABOTTI et al., 2006; SOUZA et al., 2009; BOATTO et al., 2010). Em grãos de soja, a quantidade de sacarose, pode variar de 15 a 102 g.kg⁻¹, enquanto que a glicose é encontrada em quantidades em traços.

O teor de oligossacarídeo pode variar de 1 a 21 g.kg⁻¹ para rafinose e de 14 a 67 g.kg⁻¹ para estaquiose. Estes sacarídeos podem ser associados com problemas de flatulência em animais monogástricos, embora em seres humanos possam também contribuir para o crescimento de bactérias benéficas do cólon (SILVA; CARRÃO-PANIZZI, PRUDÊNCIO, 2009). A utilização de bactérias ácido-láticas responsáveis pela fermentação da soja diminui as concentrações de oligossacarídeos presentes, reduzindo, deste modo, as causas de flatulência, melhorando o sabor e permitindo a elaboração de produtos com melhores níveis de aceitabilidade (PIAZZON-GOMES; PRUDÊNCIO; SILVA, 2010).

A soja também tem uma série de fitoquímicos, as isoflavonas. As isoflavonas são substâncias encontradas em plantas de soja que tem propriedades estrogênica, antioxidante, antifúngica e antitumoral. Grãos de soja apresentam diferentes formas de isoflavonas como glicosídeos e acetilglicosídeos e malonil-glicosídeos e agliconas. A última forma, composta por daidzeína e genisteína, tem maior atividade biológica (SILVA; CARRÃO-PANIZZI, PRUDÊNCIO, 2009). Estes compostos fitoquímicos possuem estrutura química semelhante a dos estrógenos, e estudos mostram que elas são eficazes na prevenção e combate à osteoporose, obesidade, câncer e problemas na pós-menopausa (CIABOTTI et al., 2006; PIAZZON-GOMES; PRUDÊNCIO; SILVA, 2010). Em consequência disso, a demanda por produtos a base de soja tem aumentado substancialmente nos últimos 20 anos. Atualmente, muitos produtores de soja e derivados utilizam as isoflavonas como ferramenta de marketing (NUFER; ISMAIL; HAYES, 2009).

Geralmente, cerca de 80% das proteínas de soja extraídas de soja são glicinina (11S) e β-conglicinina (7S), que pode ser precipitado a pH 4,5. Por outro lado, algumas proteínas permanecem solúveis a pH 4,5 e são assim chamados proteínas de soro de leite de soja (WSP), que compõem 9-15,3% de proteína de semente de soja (REN et al., 2009). A proteína de soja tem uma vantagem sobre proteína animal, pois não eleva os valores de colesterol sérico e, portanto, é útil para pessoas que sofrem de transtorno cardiovascular (CIABOTTI et al., 2006; SOUZA et al., 2009; PEDNEKAR et al., 2010).

As proteínas de soja ganharam considerável atenção para o seu possível papel na redução de fatores de risco cardiovasculares. De acordo com a Sociedade Chilena de

Obesidade (SOCHOB), há uma elevada ingestão de frituras, salgadinhos, ovos e da carne na América Latina. A dieta ocidental tem um risco 35% maior de causar ataques cardíacos e doença cardíaca do que outras dietas do mundo. Por esta razão, a *American Heart Association* (AHA) recomenda a inclusão de alimentos com proteína de soja e uma dieta baixa em gordura saturada e colesterol (LEIVA; RODRÍGUEZ; MUÑOZ, 2011).

A substituição do leite de vaca pelo “leite” de soja e seus derivados seria perfeita no aspecto nutricional quanto à quantidade e qualidade de proteínas. Porém, ao considerarmos a quantidade de micronutrientes como o cálcio, o EHS não se torna adequado como substituto para o leite bovino, cujo conteúdo de cálcio é de 123 mg.100 mL⁻¹. O consumo de quantidades necessárias de cálcio é de extrema importância devido à calcificação óssea, principalmente durante as primeiras décadas de vida e na prevenção de osteoporose em adultos. Assim, devido a essa deficiência no teor de cálcio em produtos à base de soja, se faz necessário o enriquecimento com este componente. Porém é uma operação difícil, pois os sais desse mineral podem promover coagulação das proteínas das leguminosas (BOATTO et al., 2010).

Apesar da alta produtividade e de suas propriedades nutricionais e funcionais, a soja é pouco usada na dieta do brasileiro, pois apresenta sabor e odor característicos, conhecidos como *beany flavor* que desagradam o paladar ocidental. Esse sabor característico da soja é devido à presença de diversos compostos orgânicos nos grãos e também, em grande parte, proporcionado pelo resultado das atividades das isoenzimas lipoxigenases. A ação das isoenzimas sobre os ácidos graxos poli-insaturados presente na soja é um dos principais fatores responsáveis pelo aparecimento de compostos carboxílicos, os quais causam o sabor desagradável em grãos (BOATTO et al, 2010).

Portanto, a soja requer um longo tempo de cozimento pois apresenta sabor de feijão cru, fatores antinutricionais como oligossacarídeos, rafinose e os inibidores da protease. Assim, o processamento da soja é essencial para uma melhor utilização. A maioria das proteínas nativas não apresenta propriedades funcionais desejáveis e modificações para melhorar o valor nutricional e/ou propriedades funcionais como solubilidade, espumante e gelificante precisam ser induzidas. Estas alterações implicam mudanças tanto na estrutura da proteína e conformação em diferentes níveis, alterando a composição molecular ou tamanho (CIABOTTI et al., 2006; SOUZA et al., 2009; PEDNEKAR et al., 2010).

Dentro da versatilidade da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] no campo da indústria de alimentos, são conhecidos e comercializados, além da soja em grãos, farinha de soja, concentrados e isolados de soja, soja texturizada, alimentos fermentados como misso, shoyo,

tempeh, e ainda, o extrato hidrossolúvel de soja ou “leite” de soja (soymilk), comercializado em vários sabores. Desse extrato, fabrica-se o tofu, além de outros produtos (CIABOTTI et al., 2007). De acordo com seus diferentes usos, cultivares de soja são classificadas como tipo de grão, que são convencionais para produção de óleo, alimentação de animais e, aqueles para consumo humano em alimentos fermentados (Misso, tempeh e natto) e não-fermentado (tofu, farinha de soja e leite de soja) (PIAZZON-GOMES; PRUDÊNCIO; SILVA, 2010).

A soja quando adequadamente processada constitui-se em uma excelente fonte protéica, apesar da pouca aceitabilidade dos seus derivados. Porém, por ser um alimento de origem vegetal tem suas limitações quanto aos aminoácidos sulfurados (metionina e cisteína), o que tem estimulado a combinação com fontes alimentares de origem animal, visando aumentar a disponibilidade e a capacidade nutricional destes alimentos, melhorando também os aspectos sensoriais, principalmente de textura (COMFORT; HOWELL, 2002; CIABOTTI et al., 2009). Diversas pesquisas tem sido realizadas na intenção de desenvolver novos produtos com soja, como molhos, bebidas e queijos; afim de modificar as características físicas e químicas, em que se obteve bons resultados nos aspectos sensoriais e na aceitabilidade do consumidor (CAMPOS et al., 2009; PIAZZON-GOMES; PRUDÊNCIO; SILVA, 2010; JAEKEL; RODRIGUES; SILVA, 2010). Em estudo adicionando extrato hidrossolúvel de soja no leite para a produção de queijo minas frescal, observou-se um aumento de 72,33 para 77,41% na retenção de proteínas no queijo quando comparados com os queijos tradicionais, e conseqüentemente maior retenção de sólidos totais (NEVES-SOUZA; SILVA, 2005).

1.2.3.2 Extrato Hidrossolúvel de soja e Tofu

O Extrato Hidrossolúvel de Soja (EHS), conhecido como “leite” de soja, é uma bebida que consiste principalmente de proteínas, lipídios, carboidratos e minerais. Cada 100 mL de extrato hidrossolúvel de soja contém em torno de 52 calorias, 2,5% de carboidratos, 3,0% de proteínas, 2,3% de lipídios, 40 mg de cálcio, 105 mg de potássio e 1,2 mg de ferro, 40 mg de vitamina B1 e 120 mg de vitamina B2. O pH do “leite” de soja processado pode variar entre 6,2 e 8,5, em média, dependendo do pH da água utilizada, da quantidade de carbonato de cálcio ou citrato de cálcio adicionado e do tratamento térmico (asépticamente processado ou pasteurizado) (REN et al, 2009; BOATTO et al, 2010).

Os procedimentos para produção de EHS conhecidos são vários, mas a maioria deles começa com um período de maceração dos grãos (8-10 horas), amaciamento para aumentar a digestibilidade de sua proteína, bem como inativa os inibidores de proteases e outros fatores

antinutricionais. O processo segue por uma extração-trituração de 80-90 °C em excesso de água (inativação da lipoxigenase), aquecimento para a eliminação de compostos orgânicos voláteis e inativação de substância anti-nutricionais e, hemaglutinina ou lectina. A filtração ou prensagem das fibras remove as proteínas insolúveis (okara) da emulsão lipoproteica (pH 6,5 e 9% de sólidos), que é conhecida como EHS ou “leite” de soja (CIABOTTI ET al., 2006; SOBRAL; WAGNER, 2009).

Durante o processamento de EHS, as proteínas de soja são propensas a desnaturação e tendem a interagir umas com as outras quando aquecidas. Mais de 50% da proteína são partículas com diferentes tamanhos (diâmetro > 40 nm), o restante é composto de proteína solúvel (diâmetro inferior a 40 nm). As partículas de proteína tendem a dissociar e rearranjar durante o aquecimento. Parte das subunidades alfa e α' de 7S dissociam-se das partículas de proteína e tornam-se as frações solúveis a 75 °C. Como a temperatura aumenta para 95 °C, 11S dissocia-se em partículas e, em seguida, se associa com as frações de proteína solúvel para formar novas partículas que são compostos das subunidades básicos de 11S e as subunidades beta de 7S (REN et al, 2009).

O tratamento térmico pode causar a desnaturação e agregação de proteínas de soja, no entanto, os agregados da proteína de soja ainda mostram estabilidade em solução. A proporção de glicinina para β -conglucina tem um efeito importante na qualidade do EHS e produtos à base de proteína de soja (por exemplo, rendimento e estabilidade). A distribuição do tamanho das partículas em um sistema coloidal, tais como EHS tem efeito notável sobre a sua estabilidade e qualidade. Vários estudos tem demonstrado que as condições de processamento, tais como tratamento térmico, tem um efeito significativo sobre a proteína de soja, principalmente nas propriedades coloidais (NIK et al., 2009).

O Tofu é um alimento altamente nutritivo feito a partir de EHS, e é tradicionalmente consumido em muitos países asiáticos, sendo que em torno de 90% das proteínas da soja são consumidas na forma deste alimento (CIABOTTI et al., 2009; LEIVA; RODRÍGUEZ; MUÑOZ, 2011). A coloração do tofu varia entre o branco e amarelo (palha) e tem uma textura próxima a de um queijo branco macio ou iogurte firme, ou seja, é lisa, macia e elástica. É um produto de importante fonte de proteína, minerais e vitaminas, ao mesmo tempo em que apresenta baixa proporção de gorduras saturadas e ausência total de colesterol. Como alimento saudável, de alto valor nutritivo e de custo reduzido, o tofu, tem sido utilizado frequentemente em preparações alimentícias, em substituição de ovos, queijos, carnes e outros alimentos de origem animal (CIABOTTI et al., 2007).

O processamento do tofu mudou pouco nos últimos 2000 anos. As técnicas de processamento podem variar de acordo com o fabricante, mas os passos básicos incluem hidratação do grão de soja e moagem, extrato de soja fervente, e a adição de um ou mais coagulantes (BENASSI; YAMASHITA; PRUDÊNCIO, 2011). É um produto obtido a partir da coagulação das proteínas do EHS após aquecimento, seguido pela adição de glucona-delta-lactona ou sais de cálcio e magnésio (2-4% do peso original, 10-30 min, entre 70 e 85 °C), formando uma estrutura em forma de gel, uma rede protéica com retenção de 87-90% de água, lipídeos e outros constituintes (CIABOTTI et al., 2007; SOBRAL; WAGNER, 2009).

O extrato hidrossolúvel de soja (EHS) é aquecido, para a produção de tofu, a fim de desnaturar as proteínas, reduzir a flora microbiana, desativar compostos antinutricionais. Em seguida, um coagulante é adicionado para formar a matriz de proteína que confere ao produto a textura adequada. A desnaturação é um fenômeno essencial na formação do gel da proteína. O aquecimento faz com que a estrutura globular nativa da proteína de soja se desdobre, expondo grupos funcionais anteriormente escondidos no interior da molécula e vai permitindo as interações proteína-proteína e proteína-água, a rede tridimensional que compõe o gel depende do equilíbrio entre estas interações (BENASSI; YAMASHITA; PRUDÊNCIO, 2011).

O tipo de gel formado por proteínas é influenciado principalmente pela composição de aminoácidos, embora as condições médias (pH e força iônica) também pode afetá-lo. As proteínas que contêm mais de 31,5% de resíduos de aminoácidos não-polares por mol tendem a formar coágulos opacos e irreversíveis do tipo gel, como ocorre com as proteínas da soja, enquanto produtos com um elevado teor de resíduos polares formam géis translúcidos. Outro requisito para a formação de géis é o presença de coagulantes. Tofu é geralmente produzido pela coagulação do EHS com os sais sulfato de cálcio (CaSO_4) e cloreto de magnésio (MgCl_2) ou ácidos (geralmente glucona-delta-lactona, GDL). Os coagulantes são utilizados tanto sozinhos ou em combinação para obter a textura e *flavor* característicos do tofu. As variáveis importantes no processamento de tofu incluem o tempo e temperatura de maceração da soja, razão de soja-água durante imersão, o método de moagem da soja, filtração antes ou depois aquecimento, tratamento térmico e temperatura, tempo e temperatura da coagulação, tipo de coagulante e concentração, tempo de agitação e velocidade antes da coagulação, tempo de dessoragem e pressagem (BENASSI; YAMASHITA; PRUDÊNCIO, 2011).

Os fatores que limitam o consumo de tofu são sua textura e sabor herbáceo. Vários estudos tem sido realizados para avaliar sensorialmente as características do tofu. A aplicação de calor para a soja cria uma textura mais firme para o tofu. A adição de cálcio aumenta a

firmeza de tofu, a utilização de sulfato de cálcio 0,4% é suficiente para obter um tofu de textura firme, sem ser demasiadamente rígido (LEIVA; FIGUEROA, 2010). A redução do nível de cálcio adicionado no queijo resulta em uma matriz de proteína mais hidratada, que é propenso a um estado mais fluido (LEIVA; RODRÍGUEZ; MUÑOZ, 2011).

A coagulação do extrato de soja pelo uso de coagulantes específicos é a etapa mais importante da produção do tofu e a mais difícil, por depender da complexa interação de alguns fatores: composição química da soja, temperatura de cozimento do extrato, volume processado, quantidade de sólidos, pH, tipo de coagulante e sua concentração, método de mexedura, tempo e temperatura de coagulação (CIABOTTI et al., 2009).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Objetivou-se com este trabalho processar e avaliar queijos tipo ricota com diferentes concentrações de leite e compará-los com queijos comercializados. Além disso, desenvolver e avaliar queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja, variando a acidez inicial da mistura e adicionando sais de cálcio.

1.3.1.1 Objetivos específicos

- Avaliar cinco marcas comerciais de queijos tipo ricota quanto a Composição Centesimal, pH, Cor, Textura, Capacidade de Retenção de Água e Rendimento.
- Produzir queijos tipo ricota com substituição parcial de soro de leite por leite nas proporções (100% soro, 75% soro/ 25% leite, 65% soro/ 35% leite, 50% soro/ 50% leite) e avaliá-las quanto a Composição Centesimal, pH, Cor, parâmetros de Textura Capacidade de Retenção de Água e Rendimento.
- Comparar resultados entre ricotas comerciais e ricotas produzidas com diferentes concentrações de leite para caracterizar e inferir sobre possível extrapolação do uso de leite no processo de produção da ricota.
- Produzir queijos tipo ricota adicionando diferentes volumes de extrato hidrossolúvel de soja e, os diferentes valores de acidez inicial da mistura, antes do processamento, seguindo a Metodologia de Superfície de Resposta e estudar a influência da acidez inicial da mistura e, da adição de extrato hidrossolúvel de soja no Rendimento e parâmetros de Textura dos queijos obtidos.
- Produzir queijos tipo ricota adicionando diferentes volumes de extrato hidrossolúvel de soja e, diferentes concentrações de cloreto de cálcio, seguindo a Metodologia de Superfície de Resposta e avaliá-los quanto a cor, parâmetros de textura e rendimento.
- Estudar a influência da concentração de proteína de soja e concentração de cloreto de cálcio sobre o rendimento e sobre as características físicas e químicas dos queijos.

REFERÊNCIAS

- ABIQ. Associação Brasileira das Indústrias de Queijos. **Estatísticas**. São Paulo, SP: ABIQ, 2009. Disponível em <http://www.abiq.com.br>. Acesso em: 20/07/10.
- ANDRADE, C. T.; NASSER, R. O. Estudo reológico da gelificação induzida pelo calor de proteínas do soro de leite e dos géis resultantes sob condições variadas de pH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 315-321, 2005.
- 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**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 249-253, 2002.
- ANTUNES, A. E. C.; MOTTA, E. M. P.; ANTUNES, A. J. Perfil de textura e capacidade de retenção de água de géis ácidos de concentrado protéico de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, suppl.0, 2003.
- BARBOSA, M. R.; ARAÚJO, E. H. Estudo da produção da enzima lactase utilizando soro de queijo e fungo filamentosos *Aspergillus niger*. **Horizonte Científico**, Uberaba, p. 22, 2006.
- BARBUT, S.; FOEGEDING, E. A. Ca⁺² Induced gelation of pre-heated whey protein isolate. **Journal of Food Science**, v. 58, n. 4, p. 867-871, 1993.
- BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A. P. Atitude do consumidor em relação à soja e produtos derivados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 431-439, 2004.
- BENASSI, V. T.; YAMASHITA, F.; PRUDENCIO, S.H. A statistical approach to define some tofu processing conditions. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 4, p. 897-904, 2011.
- BIASUTTI, E. A. R.; AFONSO, W. O.; LOPES JR, C. O.; COELHO, J. V.; SILVA, V. D. M.; SILVESTRE, M. P. C. Ação da pancreatina na obtenção de hidrolisados protéicos de soro de leite com elevado teor de oligopeptídeos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 51-60, 2008.
- BLAZQUEZ, C.; DOWNEY, G.; O'CALLAGHAN, D.; HOWARD, V.; DELAHUNTY, C.; SHEEHAN, E.; EVERARD, C.; O'DONNELL, C.P. Modelling of sensory and instrumental texture parameters in processed cheese by near infrared reflectance spectroscopy. **Journal of Dairy Research**, v. 73, p. 58-69, 2006.
- BOATTO, D. A.; MESOMO, M. C.; MADRONA, G.S.; BRANCO, I.G.; MATUMOTO-PINTRO, P. T. Desenvolvimento e caracterização de queijo tipo petit suisse de soja comum e de soja livre de lipoxigenase, enriquecidos com cálcio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 766-770, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 146 de 7 de março de 1996**. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos produtos

lácteos. Brasília, DF: MAPA.1996. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1218>. Acesso em: 27/10/10.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução. **RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001**. Aprova regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, DF: ANVISA, 2001. Disponível em: < http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 25 out. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas. In:_____. **Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005**. Brasília: Diário Oficial da União, 2005. Seção 1, p.18.

BRASIL. da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. In: _____. **Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011**. Brasília: Diário Oficial da União, 2011. Seção 1, p. 6.

CAMPIO, L.; CARVALHO, G. Cenário para leite e derivados: visão da FAO. **Panorama do leite**, Centro de Inteligência do Leite, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG, n. 37, 2009.

CAMPOS, D. C. P.; ANTONIASSI, R.; DELIZA, R.; FREITAS, S. C.; FELBERG, I. Molho cremoso à base de extrato de soja: estabilidade, propriedades reológicas, valor nutricional e aceitabilidade do consumidor. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 919-926, 2009.

CAPITANI, C. D.; PACHECO, M. T. B.; GUMERATO, H. F.; VITALI, A.; SCHIMIDT, F. L. Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de coacervação com polissacarídeo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1123-1128, 2005.

CARMINATTI, C.A. **Ensaio de hidrólise enzimática da lactose em reator a membrana utilizando beta-galactosidase *Kluyveromyces lactis***. 2001. 66 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

CARNEIRO, H.; RODRIGUES, P. V. Como transformar excedente do leite em boa fonte de renda: Produção de ricota. **Panorama do Leite**, Centro de Inteligência do Leite, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG n. 40, 2010. Disponível em: <http://www.cileite.com.br/panorama/produtos40.html>. Acesso em: 05/10/10.

CAVALETT, O. **Análise do ciclo de vida da soja**. 2008. 221 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

CERESER, N.D.; ROSSI JUNIOR, O.D.; MARCHI, P.G.F.; SOUZA, V.; CARDOZO, M. V.; MARTINELLI, T. M. Avaliação da qualidade microbiológica da ricota comercializada em supermercados do estado de São Paulo. **Ciencia Animal Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 149-155, 2011.

CIABOTTI, S.; BARCELLOS, M. F. P.; MANDARINO, J. M. G.; TARONE, A. G. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de Lipoxigenase. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 920-929, 2006.

CIABOTTI, S.; BARCELOS, M. F. P.; PINHEIRO, A. C. M.; CLEMENTE, P. R.; LIMA, M. A. C. Características sensoriais e físicas de extratos e tofus de soja comum processada terminamente e livre de lipoxigenase. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 643-648, 2007.

CIABOTTI, S.; BARCELLOS, M. F. P.; CIRILLO, M. A.; PINHEIRO, A. C. M. Propriedades tecnológicas e sensoriais de produto obtido pela adição de soro de leite ao extrato de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 346-353, 2009.

COMFORT, S.; HOWELL, N. Gelation properties of soya and whey protein isolate mixtures. **Food Hydrocolloids**, v. 16, p. 661-672, 2002.

DOMINGUES, L. **Estirpes flocculantes de *Saccharomyces cerevisiae* geneticamente modificados para a utilização da lactose: construção e aplicação biotecnológica**. 2001. 345f. Tese (Doutorado Engenharia Química e Biológica) - Universidade do Minho, Braga, 2001.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Estatísticas do Leite**. 2010. Disponível em: <http://www.cnpqgl.embrapa.br/>. Acesso em: 20/07/10.

EL-SHEIKH, M.; FARRAG, A.; ZAGHLOUL, A. Ricotta cheese from whey protein concentrate. **Journal of American Science**, v. 6, n. 8, p. 321-325, 2010.

FERREIRA, A. C. **Uso do açafrão (*Curcuma longa* L.) na redução de staphylococcus aureus ATCC 12600 em ricota**. 2003. 76 p. Dissertação (Mestre em Ciência dos Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

FERREIRA, L.T. Embrapa indica cultivares de soja para a safra 2011/2012 para o estado do Maranhão. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (**EMBRAPA SOJA**). 2011. Disponível em: <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2011/agosto/5a-semana/embrapa-indica-cultivares-de-soja-para-a-safra-2011-2012-para-o-estado-do-maranhao>. Acessado em 15/07/12.

FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. M. **Tecnologia de Queijos: Manual Técnico para a Produção Industrial de queijos**. São Paulo: Ed. Dipemar, 1994. 118 p.

GONZALÉZ, J. M. D. Elaboración de un queso tipo ricotta a partir de suero lácteo y leche fluida. **Revista Científica**, v. 15, n. 6, p. 543-550, 2005.

GRANATO, D.; MASSON, M. L. Instrumental color and sensory acceptance of soy-based emulsions: a response surface approach. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 1090-1096, 2010.

GRUSAK, M. A. Tofu was just a star. **Science**, Washington, v. 325, n. 5937, p. 150, 2009.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; DE PAULA, H. Proteínas do soro: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 4, p. 479-488, 2006.

HARAGUCHI, F. K.; PEDROSA, M. L.; DE PAULA, H.; SANTOS, R. C.; SILVA, M. E. Influência das proteínas do soro sobre enzimas hepáticas, perfil lipídico e formação óssea de ratos hipercolesterolêmicos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 22, n. 4, p. 517-525, 2009.

HOLLENBACH, C. B.; BORTOLONI, C. E.; BATISTA, J. M.; HOLLENBACH, E. B.; SCHUCH, T. L.; PACHECO, M. H. MELLO, F. B. MELLO, J. R. Desenvolvimento pós-natal e potencial teratogênico da prole de ratos Wistar no estudo da toxicidade reprodutiva de duas preparações fitoterápicas contendo soja *Glycine max* (L.) Merr. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 4, p. 845-852, 2010.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. PPM 2011: rebanho bovino cresce 1,6% e chega a 212,8 milhões de cabeças. Comunicação Social, 2012. Disponível em: <http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2241>. Acessado em: 20/11/2012.

JAEKEL, L. Z.; RODRIGUES, R. S.; SILVA, A. P. Avaliação físico-química e sensorial de bebidas com diferentes proporções de extratos de soja e de arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 342-348, 2010.

LAGRANGE, V.; DALLAS, P. Inovação de produto com concentrados de proteína de soro de leite dos USA. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 1, p. 17-21, 1997.

LEIVA, J.; FIGUEROA, H. Texture of Chanco cheese: Projection of a sensory map based on multivariate analysis. **Ciencia e Investigación Agraria**, Santiago, v. 37, p. 85-91, 2010.

LEIVA, J.; RODRÍGUEZ, V.; MUÑOZ, E. Influence of calcium chloride concentration on the physicochemical and sensory characteristics of tofu. **Ciencia e Investigación Agraria**, Santiago, v. 38, n. 3, p. 435-440, 2011.

LEONEL, M.; MARTINS, J. C.; MISCHAN, M. M. Produção de snacks funcionais à base de farinha de soja e polvilho azedo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p.1418-1423, 2010.

LOPES, G. K.; AZERO, E. G.; SILVA, M. V.; GONÇALVES, M. P.; ANDRADE, C. T. High-solid systems of partially hydrolysed waxy maize starch: rheological and structural characterisations. **Journal of Brazilian Chemical Society**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 65-73, 2007.

LUVIELMO, M. M.; ANTUNES, A. J. Influência da adição de íons Ca^{++} e Mg^{++} na dureza de géis de concentrado proteico de soro de leite bovino. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 205-209, 2002.

MAIA, S. R. **Uso da *curcuma longa* L., na redução de *Escherichia coli* (ATCC 25922) e *enterobacter aerogenes* (ATCC 13048) em ricota**. 2003. 63 p. Dissertação (Mestre em Ciência dos Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

MARTINS, L. S. P. **Monitoramento da produção de ácidos orgânicos em amostras de leite fermentado pelos grãos de kefir e do tibet utilizando técnicas voltamétricas e HPLC.** 2006. 176p. Tese (Doutorado em Química Analítica) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Carlos.

NEVES-SOUZA, R. D.; SILVA, R. S. S. F. Estudo de custo-rendimento do processamento de queijos tipo minas frescal com derivado de soja e diferentes agentes coagulantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 170-174, 2005.

NIK, A. M.; TOSH, S. M.; WOODROW, L.; POYSA, V.; COREDIG, M. Effect of soy protein subunit composition and processing conditions on stability and particle size distribution of soymilk. **Food Science and Technology**, v. 42, n. 7, p. 1245-1252, 2009.

NISHIMOTO, E. J. **Efeito da gordura do leite de vaca sobre o valor D_{65 °C} do *Mycobacterium fortuitum* (NCTN 8573).** 2006. 82p. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

NOGUEIRA, F. A. G. **Disponibilidade de cálcio em leite adicionado de outros alimentos.** 2007. 118p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

NUFER, K. R.; ISMAIL, B.; HAYES, K. D. The effects of processing and extraction conditions on content, profile, and stability of isoflavones in a soymilk system. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 4, p. 1213–1218, 2009.

OLIVEIRA, V. M. **Formulação de bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro de queijo, enriquecida com ferro: caracterização físico-química, análises microbiológicas e sensoriais.** 2006. 78p. Dissertação (Mestrado Medicina Veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.

PACHECO, M. T. B.; DIAS, N. F. G.; BALDINI, V. L.; TANIKAWA, C.; SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais de hidrolisados obtidos a partir de concentrados protéicos de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 333-338, 2005.

PEDNEKAR, M.; DAS, A. K.; RAJALAKSHMI, V.; SHARMA, A. Radiation processing and functional properties of soybean (*Glycine max*). **Radiation, Physics and Chemistry**, v. 79, n. 4, p. 490-494, 2010.

PIAZZON-GOMES, J.; PRUDÊNCIO, S. H.; SILVA, R. S. S. F. Queijo tipo minas frescal com derivados de soja: características físicas, químicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, Supl.1, p. 77-85, 2010.

PICONE, C.; TAKEUCHI, K. P.; CUNHA, R. L. Heat-Induced whey protein gels: effects of pH and addition of sodium caseinate. **Food Biophysics**, v. 6, p. 77-83, 2011.

REN, C.; TANG, L.; ZHANG, M.; GUO, S. Interactions between whey soybean protein (WSP) and beta-conglycinin (7S) during the formation of protein particles at elevated temperatures. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 936-941, 2009.

RIBEIRO, A. C.; MARQUES, S. C.; SODRÉ, A. F.; ABREU, L. R.; PICCOLI, R. H. Controle Microbiológico da vida de prateleira de ricota cremosa. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 113-117, 2005.

ROSU, D.; DROUIN, R.; POULIOT, Y.; GAUTHIER, S; POUBELLE, P. E. A Bovine Whey Protein Extract Can Enhance Innate Immunity by Priming Normal Human Blood Neutrophils. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 139, n. 2, p. 386-393, 2009.

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

SILVA, J.B.; CARRÃO-PANIZZI, M.C.; PRUDÊNCIO, S.H. Chemical and physical composition of grain-type and food-type soybean for food processing. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 7, p. 777-784, 2009.

SILVA, M. F.; TREICHEL, H. Aproveitamento de soro de leite para a produção de polissacarídeos. **Vivências**, Erechim, v. 1, ano 2, n° 3, p. 213-228, 2006.

SOBRAL, P. A.; WAGNER, J. R. Relación entre la Composición y la Actividad Antitriptica de Sueros de Soja y Tofu y Comportamiento Térmico de sus Proteínas Aisladas. **Información Tecnológica**, La Serena, v. 20, n. 5. p. 65-73, 2009.

SOUTA, A. F. C.; LIMA, D. P.; VELOSO, K. N. C.; PORTO, C. Processo de fabricação, armazenamento, transporte e análise sensorial da ricota. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia**, Tocantins, Campus de Paraíso do Tocantins. 2009.

SOUZA, L. C. F.; ZANON, G. D.; PEDROSO, F. F.; ANDRADE, L. H. L. SOUZA, L. C. F. de et al. Teor de proteína e de óleo nos grãos de soja em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. **Ciências Agrotecnicas**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1586-1593, 2009.

TEIXEIRA, L. V.; FONSECA, L. M. Perfil físico-químico do soro de queijos mozzarella e minas-padrão produzidos em várias regiões do estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.1, p. 243-250, 2008.

TORRES, E. A. F. S; CAMPOS, N. C.; DUARTE, M.; GARBELOTTI, M. L.; PHILIPPI, S. T.; MINAZZI-RODRIGUES, R. S. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 2, p 145-150, 2000.

UES, I.; PIZATTO, E.; BEUX, S.; ALFARO, A. T. Otimização do processo de fabricação da ricota. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 1, n. 1, 2, 3 e 4, p. 382-392, 2006.

VIEIRA, A. L. A.; CRUZ, A. G.; BARBIN, D. F.; VAN DENDER, A. G. F. Soro de queijo: atitudes e conhecimento do consumidor. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 62, n. 358, p. 41-46, 2007.

ZAMORA, A.; FERRAGUT, V.; JUAN, B.; GUAMIS, B.; TRUJILLO, A.J. Effect of ultra-high pressure homogenisation of Milk on the texture and water-typology of a starter-free fresh cheese. **Innovative food science and emerging Technologies**, v. 12, p. 484-490, 2011.

ZIEGLER, F. L. F.; SGARBIERI, V. C. Caracterização químico-nutricional de um isolado protéico de soro de leite, um hidrolisado de colágeno bovino e misturas dos dois produtos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 61-70, 2009.

ZIMMER, R. T. **Influência da carga orgânica e do tempo de enchimento sobre o desempenho do reator anaeróbio em batelada seqüencial com biomassa granulada tratando soro de queijo**. 2006. 160p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos.

2 CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE RICOTAS COMERCIALIZADAS EM GOIÂNIA-GO E RICOTAS PRODUZIDAS COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE LEITE

RESUMO

As ricotas são produzidas pela desnaturação e precipitação das proteínas do soro pelo calor, sob a influência de acidificação. A legislação vigente estabelece que a ricota pode ser produzida adicionando até 20% de leite do seu volume. Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da adição de leite nas características químicas, físicas e tecnológicas de queijos tipo ricota com diferentes concentrações de leite de vaca, e compará-los aos queijos comercializados na cidade de Goiânia-GO. Foram avaliados dois lotes de cinco marcas de queijos tipo ricota (M1, M2, M3, M4 e M5) e queijos tipo ricota foram produzidos, em duas repetições, com diferentes concentrações de leite de vaca (T0 = 100% de soro de leite, T20 = 20% de leite + 80% de soro de leite, T35 = 35% de leite + 65% de soro de leite, T50 = 50% de leite + 50% de soro de leite). A composição nutricional dos queijos tipo ricota produzidos mostrou com maior adição de leite na produção, aumentam o teor de proteínas e sais e diminui a umidade dos queijos. Os valores encontrados para o tratamento com 20 e 35% de leite se assemelharam aos queijos comercializados, caracterizando que estes podem estar na eminência ou ultrapassando aos limites de adição de leite estabelecidos pela legislação vigente. A adição do leite nos queijos produzidos influenciou no aumento da dureza e elasticidade dos queijos, aumentou seu rendimento e provocou um efeito tamponante observados no pH do queijo. Algumas marcas de ricotas apresentaram muitas diferenças entre os lotes, demonstrando falta de padronização no processo no que diz respeito à origem do soro, temperatura de coagulação, prensagem, tempo de coagulação, tempo de dessoragem, tempo de estocagem, etc. Conclui-se que a adição de leite, principalmente de forma extrapolada, muda substancialmente as características físicas e químicas do queijo tipo ricota, levando muitas vezes o consumidor a confundir as características específicas e únicas desse tipo de queijo o que faz com que um queijo com alta qualidade nutricional e características sensoriais, se desvalorize no mercado.

Palavras-chave: queijos frescos, legislação, textura, fraudes.

2.1 INTRODUÇÃO

A ricota é um queijo de origem da região mediterrânea e sul da Itália, e conhecido também por queijo de albumina, por se constituir basicamente desta e de lactoglobulina, que são os principais componentes protéicos do soro de leite, não coaguláveis pelo coalho. A massa da ricota é obtida por meio da acidificação do soro de leite, adicionado ou não de leite integral, após seu aquecimento a aproximadamente 92 °C. A composição média esperada da

ricota é de 70 a 73% de umidade, 4 a 6% de gordura, 4,9 a 5,3 de pH. Seu rendimento médio de fabricação é de cerca de 4 a 5% do volume de soro trabalhado, ou seja, em torno de 20 L de soro para produzir 1 kg de ricota quando produzido somente com soro de leite (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994; FERREIRA, 2003; MAIA, 2003; ANDRADE; NASSER, 2005; RIBEIRO et al., 2005; HARAGUCHI et al., 2009).

A demanda cada vez mais crescente dos consumidores por alimentos mais convenientes, leves, frescos, naturais, semiprocessados, sem conservantes e aditivos; tem aumentado o consumo de produtos como a ricota. Esse produto se destaca também pelo seu baixo teor de gordura, alta digestibilidade e ausência de sal (RIBEIRO et al., 2005). Além disso, é um produto ideal para gestantes, pessoas com problemas de níveis de colesterol e de hipertensão, e que não podem consumir outros tipos de queijos (CARNEIRO; RODRIGUES, 2010). Suas proteínas possuem alegações de benefícios à saúde, como o alto teor de aminoácidos essenciais e a presença de sequências de peptídeos bioativos, que apresentam diferentes propriedades fisiológicas funcionais (HARAGUCHI et al., 2009). Estudos acerca da funcionalidade dessas proteínas tem sido crescentes e promissores, e se concentram na sua digestibilidade, atividade imunomoduladora, antibacteriana e viral, anticâncer, antiúlcera, benefícios ao sistema cardiovascular e outros (SGARBIERI, 2004).

Para se produzir um queijo tipo ricota de qualidade microbiológica e sensorial é importante ter uma boa matéria-prima e a qualidade do soro de leite está principalmente associada à origem do soro e suas características físicas e químicas (TEXEIRA; FONSECA, 2008). Controlar a gelificação das proteínas também é um importante passo para desenvolver novas texturas e estabilidade para as ricotas (CAPITANI et al., 2005). A adição de leite na produção da ricota, por exemplo, faz aumentar a concentração protéica (caseínas), que modifica a textura dos géis, resultando em aumento da firmeza e intensificando a retenção de água pela matriz. Géis com maior concentração protéica são mais firmes, elásticos e capazes de reter maiores quantidades de água quando comparados aos contendo menos proteína (ANTUNES, MOTTA, ANTUNES, 2003). Com isso, se obtém um produto mais estável e de maior rendimento, aumentando assim, o lucro obtido. O maior rendimento ocorrerá se a presença de alfa-lactoalbumina, beta-lactoglobulina e caseína estiverem em quantidades adequadas e se o efeito da temperatura atuar de maneira uniforme sobre esses componentes (PICONE; TAKEUCHI; CUNHA, 2011).

A ricota pode ser produzida adicionando até 20% de leite (BRASIL, 1996). Na busca por melhores rendimentos e conseqüentemente maiores lucros, suspeita-se que tem-se adicionado mais de 20% de leite na produção das ricotas comerciais. Ocorre que essa

quantidade maior de leite descaracteriza a ricota e faz com que o consumidor comece a confundi-la com outros tipos de queijos, além de aumenta a proporção de caseínas que tem menor qualidade nutricional que as do soro. A composição nutricional característica, as propriedades físicas como textura, cor e capacidade de retenção de água podem ser usadas para diferenciar os diversos tipos de queijos (RINALDI; CHIAVARO; MASSINI, 2010).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição de leite nas características químicas, físicas e tecnológicas de queijos tipo ricota com diferentes concentrações de leite de vaca, e compará-los aos queijos comercializados na cidade de Goiânia-GO.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas duas coletas, sendo cada uma de um lote diferente, de cinco marcas de queijos tipo ricota (M1, M2, M3, M4 e M5) em supermercados da região metropolitana de Goiânia- GO, sendo todas registradas em órgão de inspeção.

A produção das ricotas experimentais foi realizada no laboratório de planta de laticínio do Setor de Engenharia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EA) e as análises das características químicas no laboratório de análise de alimentos, localizado na Faculdade de Nutrição (FANUT) ambos na UFG. Queijos tipo ricota foram produzidos, em duas repetições, com diferentes concentrações de leite de vaca (T0 = 100% de soro de leite, T20 = 20% de leite + 80% de soro de leite, T35 = 35% de leite + 65% de soro de leite, T50 = 50% de leite + 50% de soro de leite). O soro doce, que foi utilizado na produção dos queijos, foi coletado na etapa de dessoragem da produção de queijos tipo minas frescal e mussarela, em um laticínio da região metropolitana de Goiânia-GO. O leite pasteurizado, utilizado na produção dos queijos, foi adquirido em comércio local na mesma cidade. A coagulação do soro adicionado ou não de leite para a fabricação dos queijos, se deu pela adição de ácido láctico em solução aquosa 80% (m/v) na quantidade de 1 mL para cada litro de volume de produção. Os queijos foram armazenados por 14 dias antes do início das análises químicas, físicas e tecnológicas, período esse referente à média do tempo real de consumo, se elas fossem comercializadas.

2.2.1 FABRICAÇÃO DAS RICOTAS

Na produção das ricotas, o soro de leite e o leite nas concentrações de cada tratamento, foram homogeneizados em tanques encamisados (injeção indireta de vapor d'água). A mistura sofreu aquecimento de forma lenta e sob agitação até início da fervura (± 90 °C), quando foi interrompido. Foi adicionado então o ácido láctico. Após a floculação, os coágulos foram recolhidos com recipiente de aço inox perfurado (escumadeiras) e colocado em formas plásticas com fundo telado (enformagem). Após 1 hora do término da enformagem, foi feita a viragem dos queijos. Após mais 1 hora, os queijos foram levados para armazenamento dentro da forma por 24 horas em câmara fria a 7 °C. Os queijos foram desenformados e embalados hermeticamente em sacos laminados, lacrados com selagem sob vácuo (SELOVAC, modelo 200 B, São Paulo, Brasil). Os queijos foram armazenados em câmara fria a 7 °C, por 14 dias, até o início das análises químicas, físicas e tecnológicas.

2.2.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS QUEIJOS

A composição nutricional dos queijos foi analisada segundo as seguintes metodologias: Extrato seco total e umidade - pelo método gravimétrico (BRASIL, 2006), Proteína - segundo o método de Kjeldahl descrito pela AOAC (1990) e multiplicado pelo fator de 6,38, Lipídeos - pelo método de Bligh e Dyer (1959), Cinzas - pelo método de determinação de resíduo mineral fixo (BRASIL, 2006), Carboidratos - estimados por diferença na composição centesimal, subtraindo-se de 100 os valores de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas.

2.2.3 CONCENTRAÇÃO HIDROGENIÔNICA (pH)

O pH dos queijos foi analisado por potenciômetro (Orion, 3-Star, Beverly, EUA) previamente calibrado, segundo metodologia eletrométrica preconizada por Instituto Adolfo Lutz (2005).

2.2.4 COLORAÇÃO

A cor dos queijos foi medida em um espectrofotômetro de bancada (HunterLab, ColorQuest II, número de série 6353, Virginia, EUA), operando no sistema CIE (L^* , a^* e b^*).

Os valores de L^* (luminosidade), a^* (intensidade da cor verde a vermelho) e b^* (intensidade da cor amarela a azul) foram obtidos utilizando o software Universal v 3.6 (Hunter Lab, EUA). Com os valores de a^* e b^* , calculou-se o ângulo hue ($^\circ h$), pela equação 1, que é considerado um atributo qualitativo da cor, em que se define a tonalidade de cor, como por exemplo esverdeado, avermelhado; e o chroma (C^*), pela equação 2, que é o atributo que define a intensidade da cor (GRANATO; MASSON, 2010).

$$^\circ h = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (\text{EQUAÇÃO 1})$$

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (\text{EQUAÇÃO 2})$$

2.2.5 TEXTURA

As análises de textura dos queijos foram realizadas em texturômetro (Stable Microsystems, Texture Analyser TA-XT Plus, Surrey, Inglaterra). O texturômetro foi ajustado com uma célula de carga 5 kg. O preparo das amostras foi feito retirando sete cilindros equiláteros (24 mm de altura e 24 mm de diâmetro) de cada queijo. Os cilindros foram mantidos sob refrigeração a 7 °C até o momento do início dos testes. As amostras foram comprimidas por uma placa de alumínio SMS P/100 (100 mm de diâmetro). Para o teste de compressão uniaxial, a velocidade foi de 1 mm/s e deformação final de 80%, além disso a placa foi previamente lubrificada com vaselina líquida P.A. (Synth).

Os parâmetros de textura analisados foram a Tensão, Energia e Deformação na Ruptura. O parâmetro Tensão na Ruptura foi calculado pela razão entre a força exercida no momento da ruptura e a área do queijo em que a força foi aplicada (EQUAÇÃO 3). A Energia na Ruptura foi calculada através da integral da área do gráfico (Força X Distância) correspondente entre o eixo das abscissas e a linha do gráfico formada entre o início da deformação (Distância=0) até o momento da ruptura (Distância na ruptura). A “Deformação na Ruptura” foi calculada pela equação de Hencky (EQUAÇÃO 4).

$$\sigma(\text{ruptura}) = \frac{F(\text{ruptura})}{\text{Área}(\text{ri cot a})} \quad (\text{EQUAÇÃO 3})$$

$$\xi(\text{Hencky}) = -\ln \left| \frac{H(\text{ruptura})}{H_0} \right| \quad (\text{EQUAÇÃO 4})$$

2.2.6 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

A análise de Capacidade de Retenção de Água (CRA) foi realizada em um texturômetro (Stable Microsystems, Texture Analyser TA-XT Plus, Surrey, Inglaterra). Foram pesadas amostras dos queijos de 2 mm de altura e 24 mm de diâmetro, sob uma placa de vidro com um papel filtro previamente tarados. Então, o papel filtro com o queijo foi submetido a uma força provocada pelo texturômetro ajustado para uma velocidade de 10 mm/s, deformação de 80% e a compressão foi mantida por 2 minutos. Após a análise, o resíduo seco da amostra foi desprezado e o papel filtro foi pesado novamente com o mesmo vidro. A diferença entre o peso de papel de filtro seco e úmido após a compressão consiste na umidade espremível calculada pela fórmula apresentada na equação 5.

$$\%U.E. = \frac{PA \times 100}{PG} \quad (\text{EQUAÇÃO 5})$$

Onde: PA – peso (g) de água liberada

PG – peso do queijo (g)

2.2.7 RENDIMENTO

Nos dias das produções, o rendimento L/kg dos queijos foi calculado por meio da divisão entre o volume total de líquido empregado na fabricação (soro de leite e leite) pela soma da massa dos queijos (em kg) obtida.

2.2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram realizadas comparações entre os valores médios das variáveis de cada tratamento por método de Tukey com nível de significância de 5%, utilizando o programa STATISTIC 5.0 (STATSOFT, 1995).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

Os resultados da composição centesimal das ricotas comercializadas são apresentados na Tabela 2.1, e das ricotas produzidos com diferentes proporções de soro de leite e de leite de vaca na Tabela 2.2.

Tabela 2.1. Composição centesimal de cinco marcas de queijos tipo ricota comercializados na cidade de Goiânia – GO.

Marcas das ricotas ¹	Umidade ² (g/100 g)	Proteína ² (g/100 g)	Lipídeo ² (g/100 g)	Cinza ² (g/100 g)	Carboidrato (g/100 g)
M1	69,36±0,48	12,83±5,16	13,16±3,08	2,11±0,07	2,54
M2	72,37±3,16	13,68±1,10	10,87±4,78	2,50±0,39	0,57
M3	68,96±3,85	16,31±2,59	11,24±0,10	1,08±0,38	2,41
M4	70,11±1,48	11,16±1,64	15,04±1,36	1,37±0,12	2,32
M5	69,63±0,62	14,22±0,18	14,58±0,23	0,77±0,19	0,80
Média	70,08±1,34	13,64±1,89	12,98±1,89	1,56±0,72	1,73±0,96

¹M1: primeira marca; M2: segunda marca; M3: terceira marca; M4: quarta marca; M5: quinta marca. ²Média entre os lotes avaliados.

Tabela 2.2. Composição centesimal de queijos tipo ricota produzidos com diferentes proporções de soro de leite e de leite de vaca.

Tratamentos ¹	Umidade ² (g/100g)	Proteína ² (g/100g)	Lipídeo ² (g/100g)	Cinza ² (g/100g)	Carboidrato (g/100g)
T0	73,86±2,57	9,79±0,76	17,12±3,54	0,69±0,17	0,84
T20	70,96±1,25	12,71±0,20	14,55±4,42	0,99±0,99	1,68
T35	69,63±2,06	13,62±0,85	15,85±2,94	1,20±1,20	0,30
T50	65,32±0,29	15,66±1,80	15,22±0,41	1,45±1,45	2,35

¹T0 = 100% de soro de leite; T20 = 20% de leite + 80% de soro de leite; T35 = 35% de leite + 65% de soro de leite; T50 = 50% de leite + 50% de soro de leite. ²Média entre as repetições.

Nas ricotas comercializadas (TABELA 2.1), os valores encontrados para teor de umidade estão dentro do padrão estabelecido pela legislação em todas as marcas analisadas, visto que são permitidos teores acima de 55% (BRASIL, 1996). Esses resultados corroboram com os obtidos por Ferreira (2003) e por Silva e Ferreira (2010). González (2005) encontrou o valor de 75,61% (p/v) de umidade para a ricota com 25% do soro de leite por leite, enquanto que Zamora et al. (2011) encontrou em média 68% em queijos fresco. No entanto, essa legislação não especifica um limite máximo de umidade, o que prejudica uma padronização no mercado. Além disso, muitas vezes os produtores prejudicam a qualidade nutricional dos

queijos, produzindo-os com altos teores de umidade que obviamente são mais rentáveis economicamente, prejudicando seus consumidores em termos de qualidade nutricional.

Os teores de proteínas das cinco marcas dos queijos tipo ricotas comercializadas (TABELA 2.1) foram inferiores aos valores de queijos minas frescal ($18\% \pm 3,1$) e semelhantes aos de queijos minas frescal “light” ($13\% \pm 3,2$) e ricotas ($13\% \pm 3,7$) comercializados em Campos dos Goytacazes (RJ) avaliados por Silva e Ferreira (2010). Apesar da quantidade de proteínas das ricotas, (proteínas do soro) serem inferiores às de queijos minas frescal (caseínas), elas são definidas como altamente digeríveis e rapidamente absorvidas pelo organismo, ou seja, possuem melhor qualidade nutricional, quando comparada a outros tipos de proteína como a caseína. Além disso, são consideradas funcionais, pois atua na estimulação da síntese de proteínas sanguíneas e teciduais no organismo, nas atividades imunomoduladora, antimicrobiana, antiviral, anticâncer e antiúlcera, e também em benefício ao sistema cardiovascular (SGARBIERI, 2004).

Quanto aos teores de lipídeos das mesmas ricotas (TABELA 2.1), nota-se que as médias encontradas nas duas repetições foram inferiores aos valores de queijos minas frescal ($19\% \pm 5,2$) e queijos minas frescal “light” ($21\% \pm 6,1$) e semelhantes aos encontrados para as ricotas ($11\% \pm 5,8$) analisados por Silva, Ferreira (2010).

Os desvios padrão apresentados na Tabela 2.1, se referem à diferença entre os valores encontrados para cada um dos lotes de uma mesma marca. Avaliando os desvios padrões, algumas marcas de ricotas comercializadas apresentaram maior diferença nos resultados das análises, como é o caso da M1, M2 e M3. Essa diferença entre os valores da composição química pode indicar uma possível falta de padronização do processo de produção das ricotas nos laticínios, desde a matéria-prima como também na temperatura de aquecimento, tempo de coagulação, tempo de dessoragem, etc. Entretanto, a marca M5, obteve um bom padrão em todos os seus constituintes, apresentando resultados similares entre os lotes.

Em relação às ricotas produzidas com diferentes concentrações de leite de vaca, podemos observar que o teor de umidade é reduzido conforme se aumenta o volume de leite em substituição parcial do soro na produção das ricotas (TABELA 2.2). Em contrapartida, o teor de proteína nas ricotas é crescente conforme se aumenta a proporção de leite na mistura para produção das ricotas. Quanto maior a concentração de leite acrescentada, maior a concentração protéica (caseínas) que irá coagular juntamente com as proteínas do soro para a formação do queijo, e isso modifica a textura dos géis, resultando em aumento da firmeza e intensificando a retenção de água pela matriz, e agrega mais proteínas ao produto final (ANTUNES, MOTTA, ANTUNES, 2003). Entretanto, em processo industrial, quando os

coágulos são enformados, os queijos que possuem maior concentração protéica, pesam mais e dessoram mais, o que justifica menor teor de umidade nos queijos com maior adição de leite, visto que o tempo de dessoragem foi igual a todos os queijos (GONZALÉZ, 2005). O mesmo acontece com as cinzas, pois conforme se adiciona mais leite à mistura para a produção das ricotas, maior a coagulação das caseínas e maior a quantidade de sais de cálcio necessária para colaborar dessa reação. Resultado semelhante de composição centesimal foi encontrado por González (2005) que avaliou a substituição de soro de leite por leite de 5 a 25%.

A quantidade de carboidratos presente nas ricotas, tanto comercializadas quanto produzidas experimentalmente pode ser considerada desprezível, pois pelos resultados apresentados e pela metodologia utilizada, os teores poderiam ser equivocadamente confundidos com o desvio padrão das amostras. Além disso, esse valor é representado pela lactose (açúcar do leite) que é muito hidrofílica e, portanto solúvel em água, o que faz com que apenas uma pequena parte dela é arrastada para dentro do coágulo durante a precipitação das proteínas, ou seja, a maior parte fica retida no soro liberado após a produção da ricota. Esse fato foi confirmado por Ues et al. (2006), que analisou o soro antes da produção da ricota e depois da precipitação das proteínas e constatou que o teor de lactose permaneceu praticamente inalterado (diminuiu de 4,5 para 4,0%). Esse valor corroborou com os obtidos por Porto, Santos e Miranda (2005), que analisou a porcentagem de retenção da lactose no soro sem e com adição de leite (redução de 5,06 para 4,93%).

Como a ricota pode ser produzida adicionando no limite máximo de 20% de leite do seu volume (BRASIL, 1996), foi feita uma comparação quantitativa da composição centesimal entre as cinco marcas das ricotas comercializadas e as ricotas produzidas experimentalmente com diferentes concentrações de leite. Os resultados das marcas analisadas se aproximam do tratamento T20 e T35, em relação aos parâmetros químicos. Portanto, as amostras encontradas no mercado estão na eminência, ou possivelmente estejam ultrapassando os limites estabelecidos pela legislação na adição de leite na produção das ricotas. Desta forma, o queijo tipo ricota pode estar sendo descaracterizado quanto aos aspectos sensoriais e como discutido anteriormente, podendo ser facilmente confundido pelo consumidor com outros queijos como queijo minas frescal light ou até mesmo o queijo minas frescal. Além disso, o consumidor que tem intenção de comprar um produto com qualidade nutricional melhor, acaba comprando um produto que teria uma qualidade nutricional inferior.

2.3.2 CONCENTRAÇÃO HIDROGENIÔNICA (pH)

Os valores de pH nos queijos produzidos ficaram em média entre os valores de 5,8 e 6,6 (FIGURA 2.1). A tendência apresentada é que o pH do queijo aumenta conforme aumenta a quantidade de leite substituído no soro até o tratamento T35, o mesmo foi observado por González (2005). No tratamento T50, porém, manteve ou até houve uma ligeira queda no valor do pH. Os queijos com maior substituição do soro por leite, apresentaram textura mais firme, e menores teores de umidade que foram favorecidos pelo pH mais alto. Isso pode acarretar em mudança no sabor do queijo e muitas vezes confundindo o consumidor sobre o sabor original da ricota. Além disso, o leite possui um efeito tamponante, assim como os sais presentes nele, que provocam a estabilização do pH para um ponto de equilíbrio, que provavelmente seria o ponto apresentado no tratamento T35 (SILVA, 1997).

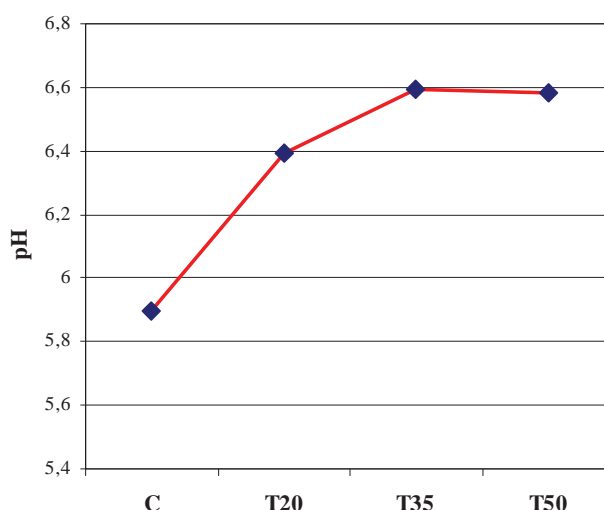


Figura 2.1. Curva de pH de queijos tipo ricota produzidos com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C = 100% de soro de leite; T20 = 20% de leite + 80% de soro de leite; T35 = 35% de leite + 65% de soro de leite; T50 = 50% de leite + 50% de soro de leite).

Nos queijos comercializados, os valores de pH ficaram entre 4,66 e 6,26. Observou-se que a tendência é que quanto maior o período entre a fabricação e a análise, menor o valor de pH. Isso pode ter ocorrido devido a fermentações de bactérias lácticas presentes naturalmente no queijo, principal motivo de sua deterioração e curto período de vida de prateleira. No entanto não foi possível comparar com as ricotas produzidas experimentalmente, pois por

questões de mercado, não foi possível coletar as ricotas comercializadas com o mesmo tempo de estocagem.

2.3.3 COLORAÇÃO

O parâmetro Luminosidade (L) é a relação entre a luz refletida e absorvida, o que faz com que se defina o produto entre a cor preta (totalidade da luz absorvida) e branca (totalidade da luz refletida) (GRANATO; MASSON, 2010). Avaliando separadamente as ricotas comerciais e experimentais (FIGURA 2.2), o parâmetro luminosidade (L) não teve diferença estatística entre si ($p < 0,05$) e obtiveram valores acima de 59, indicando a tendência de coloração branca dos queijos. Zamora et al. (2011) encontrou em queijos frescos produzidos com leite de vaca, valores acima de 95 para Luminosidade.

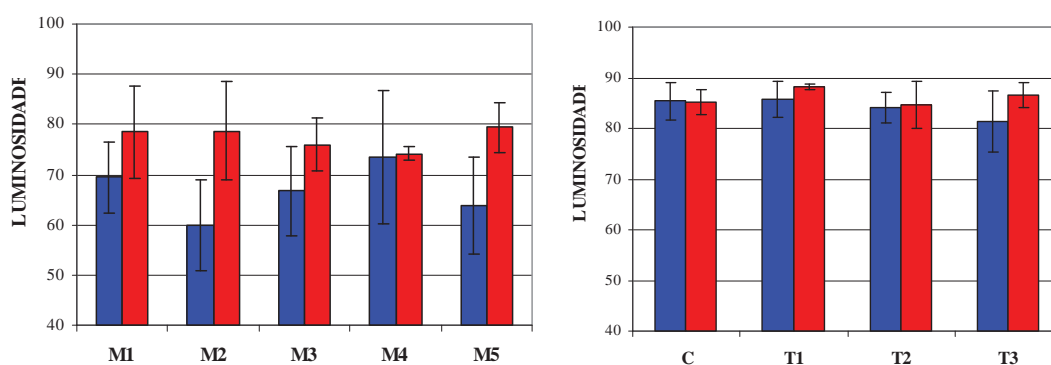


Figura 2.2. Comparação da Luminosidade de ricotas comercializadas em Goiânia-GO (M1, M2, M3, M4, M5) e ricotas produzidas com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C: 100% soro, T1: 20% leite e 80% soro, T2: 35% leite e 65% soro, T3: 50% leite e 50% soro). As cores das colunas diferem os lotes ou repetições.

No entanto quando comparadas umas com as outras, as ricotas comerciais apresentaram médias inferiores as ricotas experimentais, ou seja, foram levemente mais escuras ou acinzentadas. Isso pode ser devido a provável prensagem realizada nas ricotas comerciais. E esse processo permite maior agregação das proteínas, que caracterizará essa coloração mais escura. Inicialmente, os queijos tipo ricota não são para ser prensados, pois devem preservar dentre outras, as características de cor. Além disso, aspectos do processo como armazenamento e embalagem também alteram os aspectos de cor.

O ângulo de coloração (H°) identifica cores como vermelho, verde, azul ou amarelo. Inicia no eixo ($+a^*$) e é expresso em graus 0° para o vermelho, 90° para o amarelo ($+b^*$), 180° para verde ($-a^*$) e 270° para azul ($-b^*$) (GRANATO; MASSON, 2010). De acordo com os resultados apresentados na Figura 2.3, as ricotas comerciais M1, M2 e M3 estavam com valores de H° bem próximos a 90, indicando a cor amarelada.

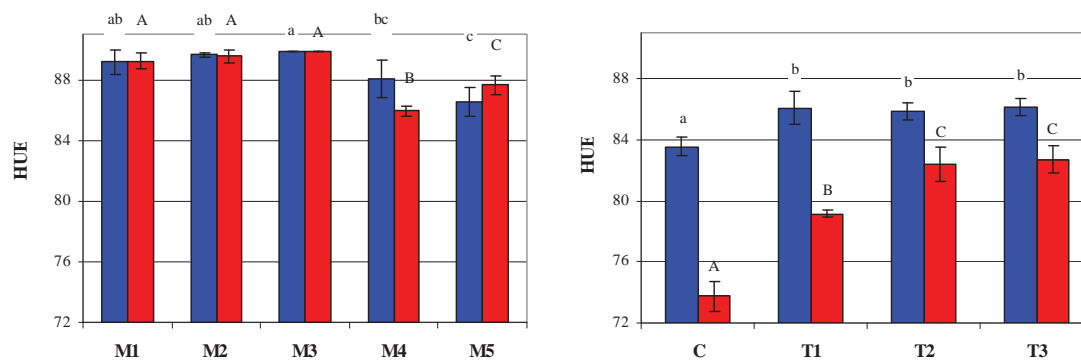


Figura 2.3. Comparação dos ângulos de coloração (H°) de ricotas comercializadas em Goiânia-GO (M1, M2, M3, M4, M5) e ricotas produzidas com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C: 100% soro, T1: 20% leite e 80% soro, T2: 35% leite e 65% soro, T3: 50% leite e 50% soro). As cores das colunas diferem os lotes ou repetições. As letras minúsculas diferem estatisticamente as ricotas do 1º Lote ou da 1ª repetição, enquanto que as letras maiúsculas diferem estatisticamente ricotas do 2º lote ou 2ª repetição, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Queijos frescos analisados por Zamora et al. (2011) apresentaram valores entre 89 e 94 para a angulação de Hue. Segundo Silva (1997), a cor amarelada provém do pigmento caroteno presente no leite, que é lipossolúvel. As ricotas M4 e M5 mostraram uma leve tendência ao alaranjado. A coloração na ricota depende muito da matéria-prima utilizada, bem como os ingredientes adicionais. É comum nos laticínios, em tanques de resfriamento, a mistura do soro de vários tipos de queijos produzidos. Em alguns desses queijos produzidos a partir de leite, podem ter sido utilizados corantes que ficam presentes no soro após o processo. Portanto essa diferença ($p < 0,05$) entre as marcas pode ser devida a rotina de produção do Laticínio, tanto que a tendência é a mesma nos dois lotes, exceto para M4. No caso de M4 pode ser por não ter padrão no soro que utiliza para a fabricação dos queijos. Semelhante a M4, as ricotas produzidas experimentalmente neste trabalho apresentaram grande diferença ($p < 0,05$) entre as repetições, pois foi utilizado como matéria-prima, soro de leite de vários

laticínios e em dias diferentes. Por isso a importância de se padronizar a matéria-prima quanto a sua origem e qualidade, para garantir um bom padrão do produto final.

O índice de Cromo (C^*) indica a intensidade ou pureza do tom, independente de quão clara ou escura é a cor. Quanto maior é o seu valor, a cor é mais intensa ou altamente cromática parecendo luminosa ou concentrada, enquanto que valores baixos (acromático) indicam a cor acinzentada, fraca ou diluída (GRANATO; MASSON, 2010). Os dados de C^* para as ricotas comerciais e experimentais, apresentados na Figura 2.4, em sua maioria estão abaixo de 10, que demonstram uma cor acromática ou pouco intensa nos queijos analisados. Valores semelhantes foram encontrados por Zamora et al. (2011) em queijos frescos.

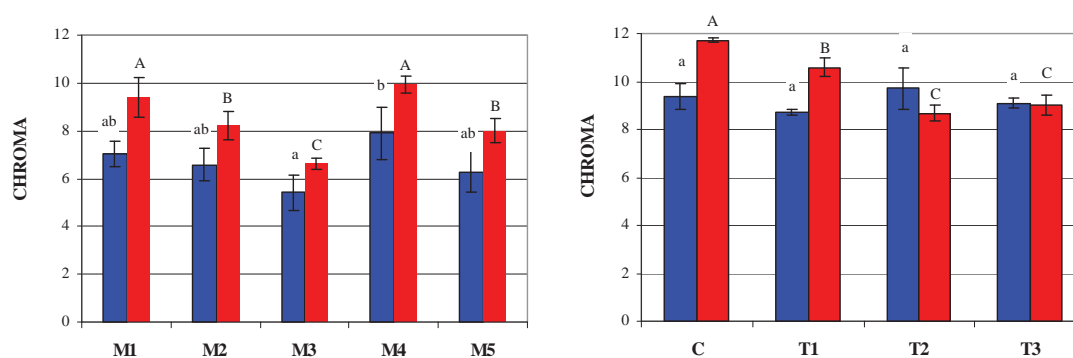


Figura 2.4. Comparação dos índices de Chroma de ricotas comercializadas em Goiânia-GO (M1, M2, M3, M4, M5) e ricotas produzidas com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C: 100% soro, T1: 20% leite e 80% soro, T2: 35% leite e 65% soro, T3: 50% leite e 50% soro). As cores das colunas diferem os lotes ou repetições. As letras minúsculas diferem estatisticamente as ricotas do 1º Lote ou da 1ª repetição, enquanto que as letras maiúsculas diferem estatisticamente ricotas do 2º lote ou 2ª repetição, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Propriedades físicas como a cor podem ser usadas para diferenciar os tipos de queijos, além de descrever as mudanças durante a maturação. Esses parâmetros estão relacionados ao tipo de leite ou soro de leite e os procedimentos adotados na produção dos mesmos (RINALDI; CHIAVARO; MASSINI, 2010). Além disso, devem-se considerar teores de umidade e proteínas, principalmente.

2.3.4 TEXTURA

A Tensão na ruptura está diretamente relacionada à dureza do queijo. O queijo começa a ser pressionado e inicia-se uma deformação, onde ligações mais frágeis se rompem. A

ruptura ocorre quando o queijo não suporta mais a pressão e começa a romper ligações fortes, as quais são irreversíveis. Portanto, quanto maior a força necessária para romper as ligações mais fortes no queijo, maior será a dureza.

Esse parâmetro é principalmente afetado pelo tipo de proteína e a quantidade delas, pois influencia na quantidade de ligações fortes formadas, mas também fatores no processamento como temperatura, tempo de floculação, agregação dos componentes químicos, tamanho dos tanques, prensagem ou não do queijo, velocidade da enformagem, dessoragem, etc. Os resultados de tensão na ruptura das ricotas comercializadas são apresentados na Figura 2.5, onde se pode observar diferenças ($p < 0,05$) entre um lote e outro na marca M4, proporcionando diferentes durezas aos queijos, o que caracteriza falta de padronização no processo. Entre as marcas comercializadas também se observa uma tendência de M5 ser de textura mais macia e mais frágil que as demais.

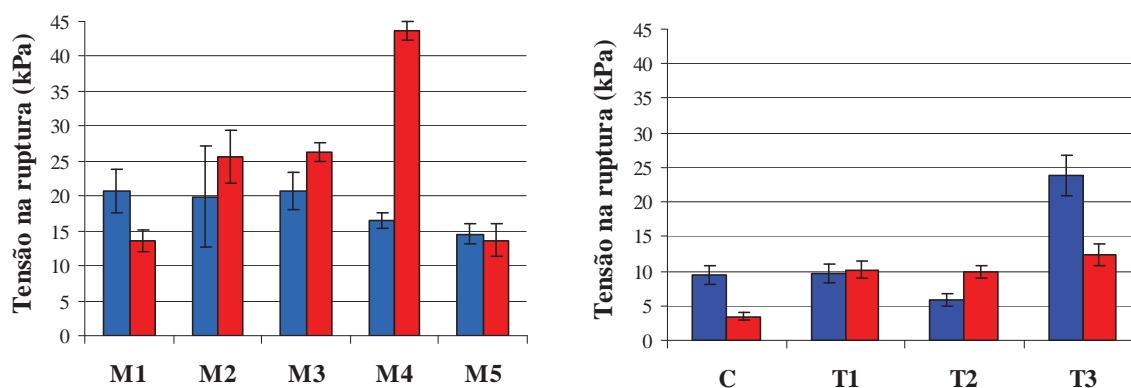


Figura 2.5. Comparação da Tensão na ruptura de ricotas comercializadas na cidade de Goiânia-GO (M1, M2, M3, M4, M5) e ricotas produzidas com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C:100% soro, T1:20% leite e 80% soro, T2:35% leite e 65% soro, T3:50% leite e 50% soro). As cores das colunas diferem os lotes ou repetições.

As ricotas produzidas obtiveram valores inferiores de Tensão na ruptura quando comparadas as ricotas comercializadas (FIGURA 2.5). As ricotas produzidas são, portanto, mais frágeis e de textura mais mole, enquanto que as ricotas comercializadas são mais firmes. Isso se deve muito a prensagem dos queijos, pois esse processo faz com que as proteínas se aproximem e formem mais ligações. Em queijos frescos analisados por Zamora et al (2011), os valores de tensão na ruptura ficaram próximos aos encontrados nas ricotas produzidas neste trabalho, e da mesma forma não foram prensados. Além disso, os queijos com proporção maior de leite (T3), possuem maior dureza, pois as proteínas do leite vão formar mais ligações

fortes, exigindo maior força para rompê-las. Entre um lote e outro das ricotas produzidas experimentalmente, observa-se que também há variações devido a dificuldade de controlar tantas variáveis como origem do soro de leite, pH do soro, temperatura de coagulação, etc.

A deformação na ruptura é outro parâmetro de textura e está relacionada à elasticidade do produto. Tanto as ricotas comercializadas quanto as ricotas produzidas apresentaram deformação entre 40 e 50% (FIGURA 2.6). Portanto, após pressionar até aproximadamente metade da altura da amostra de queijo, ocorreu deformação, ou seja, diminuiu a altura e aumentou o diâmetro, mantendo volume constante. Nesse período, há o rompimento de interações fracas e reversíveis e após esse momento, há a ruptura irreversível do queijo.

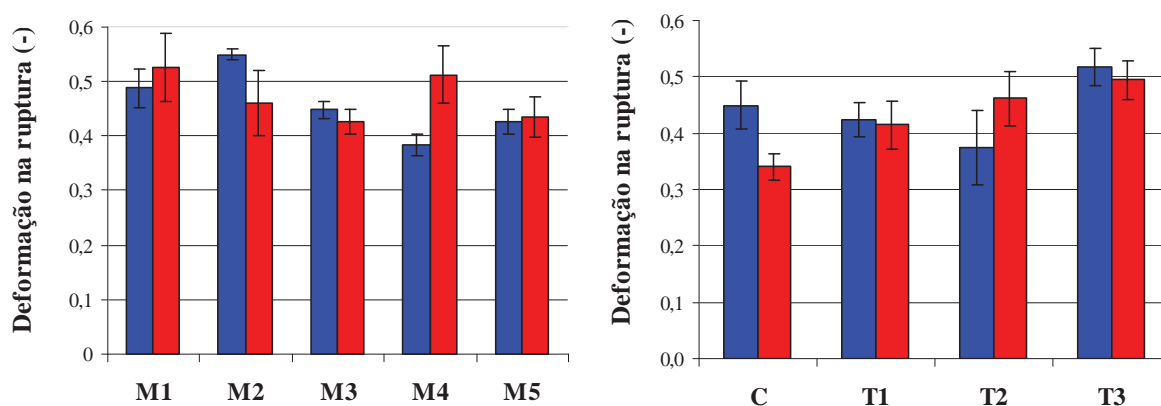


Figura 2.6. Comparação da Deformação na ruptura de ricotas comercializadas em Goiânia-GO (M1, M2, M3, M4, M5) e ricotas produzidas com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C:100% soro, T1:20% leite e 80% soro, T2:35% leite e 65% soro, T3:50% leite e 50% soro). As cores das colunas diferem os lotes ou repetições.

As semelhanças entre os resultados são devidas aos mesmos tipos de ligação entre os produtos. Ou seja, as ricotas comercializadas e produzidas experimentalmente foram fabricadas com leite e soro de leite e, portanto fazem ligações e interações muito parecidas. Valores semelhantes foram encontrados por Zamora et al. (2011). No entanto, a tendência é que quanto mais leite adiciona a mistura, maior será a elasticidade, pois géis com maior concentração protéica são mais firmes, elásticos e capazes de reter maiores quantidades de água quando comparados aos contendo menos proteína (ANTUNES, MOTTA, ANTUNES, 2003). Portanto se adicionar uma quantidade excessiva de leite, mais duro e mais elástico ele fica, o que prejudica muito sua aplicação. Os queijos tipo ricota são muito utilizados na

culinária em forma de pasta, em patês e cremes. Com o queijo mais duro e elástico, a textura não será mais tão favorável a esse tipo de processo.

O parâmetro de Energia na Ruptura indica a energia necessária ou o trabalho a ser exercido para romper a amostra, quebrar as ligações fortes entre as moléculas do queijo, no momento da ruptura. A Energia necessária para a ruptura das ricotas comercializadas é superior a das ricotas produzidas (FIGURA 2.7). Isso confirma que as ricotas produzidas são mais macias que as ricotas comercializadas. Além disso, verifica-se que assim como no parâmetro Tensão da Ruptura, a tendência é de aumentar a rigidez conforme aumenta a proporção do leite na mistura.

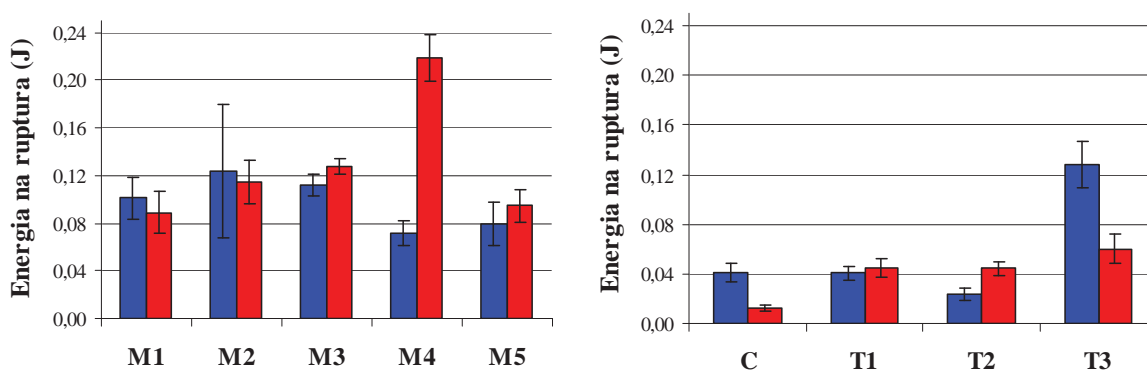


Figura 2.7. Comparação da Energia na ruptura de ricotas comercializadas em Goiânia-GO (M1, M2, M3, M4, M5) e ricotas produzidas com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C:100% soro, T1: 20% leite e 80% soro, T2: 35% leite e 65% soro, T3: 50% leite e 50% soro). As cores das colunas diferem os lotes ou repetições.

2.3.5 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

Quanto maior a umidade espremível (%UE), ou seja, quanto maior a quantidade de líquido liberada pela amostra quando submetida a uma força, menor será a Capacidade de Retenção de Água (CRA) dos queijos.

As marcas M2 e M4 apresentaram maiores valores numéricos de CRA (TABELA 2.3), e isso é comprovado por serem os queijos com maior teor de umidade (TABELA 2.1). Os queijos produzidos experimentalmente apresentaram valores de CRA numericamente superior aos queijos comerciais. Na produção em escala industrial, muitas vezes os coágulos dos queijos tipo ricota diminuem devido a prensados e reduz a capacidade de retenção de

água. A CRA dos queijos é influenciada pelo pH, temperatura e tempo de coagulação (Zamora et al., 2011).

Tabela 2.3. Umidade Espremível para avaliar a Capacidade de Retenção de Água de queijos tipo ricota de marcas comercializadas na cidade de Goiânia–GO e, de ricotas produzidas com diferentes concentrações de leite e soro de leite.

Marcas das Ricotas	Umidade Espremível¹ (%)
M1	15,63±0,88
M2	15,58±2,94
M3	17,23±2,99
M4	13,80±1,90
M5	17,74±3,03
<i>Média</i>	<i>15,99±1,56</i>
Tratamentos	Umidade Espremível² (%)
T0	14,30±3,25
T20	13,12±0,23
T35	12,10±1,86
T50	12,50±2,76
<i>Média</i>	<i>13,00±0,96</i>

¹Média entre os lotes avaliados. M1: primeira marca; M2: segunda marca; M3: terceira marca; M4: quarta marca; M5: quinta marca.

²Média entre as repetições. T0 = 100% de soro de leite; T20 = 20% de leite + 80% de soro de leite; T35 = 35% de leite + 65% de soro de leite; T50 = 50% de leite + 50% de soro de leite

2.3.6 RENDIMENTO

Quanto menor o valor da relação L/kg, menor a quantidade de soro e leite necessários para produzir 1 kg de queijo, e portanto, maior o rendimento. Essa é uma unidade de medida utilizada em escala industrial baseada na sequência do fluxo de processo. O rendimento dos queijos produzidos aumentou conforme a proporção de leite em substituição do soro foi maior, como apresentado na Figura 2.8. Isso ocorre pois a quantidade de sólidos totais do leite que é transferido para o queijo é maior que a quantidade presente no soro. Então quanto mais leite se acrescenta leite, mais proteínas e sais irão se ligar e formar os coágulos dos queijos, portanto maior será o rendimento.

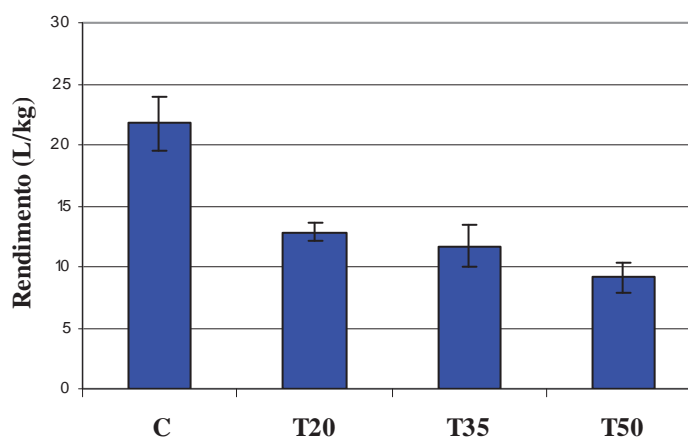


Figura 2.8. Comparação do Rendimento (L/kg) de ricotas produzidas com diferentes proporções de soro de leite e leite de vaca (C:100% soro, T20: 20% leite e 80% soro, T35: 35% leite e 65% soro, T50: 50% leite e 50% soro).

Observa-se que no tratamento C, onde não se adiciona leite, o volume gasto na produção de 1 kg de queijo é 2 vezes maior que em T50, o que torna o tratamento T50 um produto comercialmente mais interessante do ponto de vista do rendimento, o que possivelmente tem sido a solução encontrada para muitos laticínios para agregar valor ao produto.

2.4 CONCLUSÃO

A composição nutricional dos queijos tipo ricota produzidos neste trabalho mostrou que a substituição do soro de leite por leite aumentam o teor de proteínas e sais e diminui a umidade dos queijos. Os valores encontrados nos queijos com adição de leite na proporção de 20 e 35% em relação ao soro, se assemelharam aos queijos comercializados, caracterizando que estes podem estar na eminência ou ultrapassando aos limites de adição de leite estabelecidos pela legislação vigente. A adição do leite nos queijos produzidos influenciou no aumento da dureza e elasticidade dos queijos, aumentou seu rendimento e provocou um efeito tamponante observados no pH do queijo.

Algumas marcas de ricotas comercializadas apresentaram muitas diferenças entre os lotes, demonstrando falta de padronização no processo no que diz respeito à origem do soro, temperatura de coagulação, prensagem, tempo de coagulação, tempo de dessoragem, tempo

de estocagem, etc. Conclui-se que a adição de leite, principalmente de forma extrapolada, muda substancialmente as características físicas e químicas do queijo tipo ricota, levando muitas vezes o consumidor a confundir as características específicas e únicas desse tipo de queijo o que faz com que um queijo originalmente com alta qualidade nutricional e boas características sensoriais, se desvalorize no mercado.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. T.; NASSER, R. O. Estudo reológico da gelificação induzida pelo calor de proteínas do soro de leite e dos géis resultantes sob condições variadas de pH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 315-321, 2005.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analytical**. Washington, Horwitz. 1990. (15 ed).

ANTUNES, A. E. C.; MOTTA, E. M. P.; ANTUNES, A. J. Perfil de textura e capacidade de retenção de água de géis ácidos de concentrado protéico de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, suppl.0, 2003.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Journal of Physiology and Biochemistry**, v. 37, p. 911-917, 1959.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 146 de 7 de março de 1996**. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos produtos lácteos. Brasília, DF: MAPA.1996. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1218>. Acesso em: 27/10/10.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº68 de 12 de dezembro de 2006. Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para controle de leite e produtos lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 dez. 2006.

CAPITANI, C. D.; PACHECO, M. T. B.; GUMERATO, H. F.; VITALI, A.; SCHIMIDT, F. L. Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de coacervação com polissacarídeo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1123-1128, 2005.

CARNEIRO, H.; RODRIGUES, P. V. Como transformar excedente do leite em boa fonte de renda: Produção de ricota. **Panorama do Leite**, Centro de Inteligência do Leite, n. 40. Juiz de Fora, MG. Disponível em: <http://www.cileite.com.br/panorama/produtos40.html>. Acesso em: 05/10/10.

FERREIRA, A. C. **Uso do açafrão (Curcuma longa L.) na redução de staphylococcus aureus ATCC 12600 em ricota**. 2003. 76 p. Dissertação (Mestre em Ciência dos Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. M. **Tecnologia de Queijos: Manual Técnico para a Produção Industrial de queijos**. São Paulo: Ed. Dipemar, 1994. p. 118.

GONZALÉZ, J. M. D. Elaboración de un queso tipo ricotta a partir de suero lácteo y leche fluida. **Revista Científica**, v. 15, n. 6, p. 543-550, 2005.

GRANATO, D.; MASSON, M. L. Instrumental color and sensory acceptance of soy-based emulsions: a response surface approach. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 1090-1096, 2010.

HARAGUCHI, F. K.; PEDROSA, M. L.; DE PAULA, H.; SANTOS, R. C.; SILVA, M. E. Influência das proteínas do soro sobre enzimas hepáticas, perfil lipídico e formação óssea de ratos hipercolesterolêmicos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 22, n. 4, p. 517-525, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. Brasília: Editora MS, 2005. 1018 p. (v. 1, 4 ed.)

MAIA, S. R. **Uso da *curcuma longa* L., na redução de *Escherichia coli* (ATCC 25922) e *enterobacter aerogenes* (ATCC 13048) em ricota**. 2003. 63 p. Dissertação (Mestre em Ciência dos Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

PICONE, C.; TAKEUCHI, K. P.; CUNHA, R. L. Heat-Induced whey protein gels: effects of pH and addition of sodium caseinate. **Food Biophysics**, v. 6, p. 77-83, 2011.

PORTO, L. M.; SANTOS, R. C.; MIRANDA, T. L. S. Determinação das melhores condições operacionais do processo de produção. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 23, n. 1, p. 173-183, 2005.

RIBEIRO, A. C.; MARQUES, S. C.; SODRÉ, A. F.; ABREU, L. R.; PICCOLI, R. H. Controle Microbiológico da vida de prateleira de ricota cremosa. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 113-117, 2005.

RINALDI, M.; CHIAVARO, E.; MASSINI, R. Pecorino of Appennino Reggiano cheese: evaluation of ripening time using selected physical properties. **Italian Journal of Food Science**, v. 22, n. 1, 2010.

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

SILVA, L. F. M.; FERREIRA, K. S. Avaliação de rotulagem nutricional, composição química e valor energético de queijo minas frescal, queijo minas frescal “light” e ricota. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 3, p. 437-441, 2010.

SILVA, P. H. F. Leite: Aspectos de Composição e Propriedades. **Química nova na escola**, Campinas, n. 6, 1997.

TEIXEIRA, L. V.; FONSECA, L. M. Perfil físico-químico do soro de queijos mozzarella e minas-padrão produzidos em várias regiões do estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.1, p. 243-250, 2008.

UES, I.; PIZATTO, E.; BEUX, S.; ALFARO, A. T. Otimização do processo de fabricação da ricota. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 1, n. 1,2,3,4, p. 382-392, 2006.

ZAMORA, A., FERRAGUT, V., JUAN, B., GUAMIS, B, TRUJILLO, A.J. Effect of ultra-high pressure homogenisation of Milk on the texture and water-typology of a starter-free fresh cheese. **Innovative food science and emerging Technologies**, v. 12, p. 484-490, 2011.

3 CAPÍTULO 3: INFLUÊNCIA DA ACIDEZ DO SORO DE LEITE ADICIONADO DE EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA NO PROCESSAMENTO E PARÂMETROS TECNOLÓGICOS DE QUEIJOS TIPO RICOTA

RESUMO

Com o intuito de agregar à ricota, as propriedades funcionais e tecnológicas das proteínas da soja, objetivou-se com este trabalho produzir queijos tipo ricota com adição de proteínas de soja, variando a acidez inicial da mistura, antes do processamento, e estudar a influência das variáveis no Rendimento e Textura dos queijos. Os queijos foram produzidos de acordo com o Planejamento Experimental Fatorial 2^2 Completo, com 4 pontos fatoriais (níveis ± 1), 3 pontos centrais (nível 0), totalizando 7 ensaios. Os resultados mostraram que quanto maior a adição de EHS e aumento da acidez inicial da mistura, antes do processo, dentro dos intervalos avaliados neste trabalho, maior foi o rendimento. No entanto, a acidez influenciou no tipo de ligações formadas entre as proteínas (soro e soja), formando ligações fracas. Com isso não influenciou na tensão de ruptura, entretanto, tornou os queijos mais flexíveis e deformáveis, pois maiores foram os valores de Deformação de Hencky. Concluiu-se que o controle da acidez juntamente com a agregação de outros tipos de proteínas podem ser interessantes para produzir queijos a base de soro de leite que possam ter um melhor rendimento, altos níveis de proteínas, várias propriedades fisiológicas funcionais, sem entretanto, tornar o queijo mais duro, e podendo torna-lo até mais elástico.

Palavras-chave: deformação, textura, rendimento.

3.1 INTRODUÇÃO

A demanda cada vez mais crescente dos consumidores por alimentos mais convenientes, frescos, naturais, semiprocessados e com menor quantidade de gorduras, conservantes e aditivos, são um dos motivos do aumento do consumo da ricota. A ricota também se destaca pela alta digestibilidade das proteínas, ausência de sal e baixo custo. É considerado um produto leve e dietético, mundialmente consumido em muitas dietas alimentares. É ideal para gestantes, pessoas com problemas de níveis de colesterol e de hipertensão, e que não podem consumir outros tipos de queijos (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994; RIBEIRO et al., 2005; CARNEIRO; RODRIGUES, 2010; CERESER et al., 2011). As proteínas do soro de leite atuam estimulando a síntese de proteínas sanguíneas e teciduais no organismo. Os estudos acerca da funcionalidade dessas proteínas são crescentes e promissores e se concentram na atividade imunomoduladora, antimicrobiana, antiviral,

anticâncer, antiúlcera e benefício ao sistema cardiovascular (SGARBIERI, 2004; PACHECO et al., 2005).

As frações, ou peptídeos do soro que são transferidos para a ricota, são constituídas principalmente de: beta-lactoglobulina (BLG), alfa-lactoalbumina (ALA), albumina do soro bovino (BSA), imunoglobulinas (Ig's) e glicomacropéptídeos (GMP) (HARAGUCHI, ABREU; DE PAULA, 2006). As proteínas do soro são proteínas facilmente desnaturadas e precipitadas pelo calor, sob a influência de acidificação, o que constitui como princípio básico da fabricação da ricota (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994). A composição média esperada da ricota é de 70 a 73% de umidade, 4 a 6% de gordura, 4,9 a 5,3 de pH (FERREIRA, 2003). A consistência é definida como mole, não pastosa e friável. A textura deve ser fechada com algumas olhaduras mecânicas e a cor deve ser branco a creme. O odor e sabor são característicos do queijo (SOUTA et al., 2009). Seu rendimento médio de fabricação é de cerca de 4 a 5% do volume de soro trabalhado, ou seja, em torno de 20 L de soro para produzir 1 kg de ricota (MAIA, 2003).

Para se produzir um queijo tipo ricota de qualidade microbiológica e sensorial é importante ter uma boa qualidade do soro de leite. Ele precisa ser doce, originado da produção de queijos de coagulação enzimática, pois a acidificação tem que ser aliada ao aumento da temperatura para a precipitação. A acidez é um dos pontos críticos do processamento da ricota, alta acidez do soro, por exemplo, antes da produção da ricota pode indicar maiores contagens bacterianas e conseqüentemente baixa qualidade. Isto se deve ao fato de o principal produto metabólico bacteriano ser o ácido láctico proveniente da metabolização da lactose pela bactéria (TEXEIRA; FONSECA, 2008). Durante a produção, a quantidade de ácido a adicionar na coagulação também é importante, pois pode variar em função da acidez e pH do soro, temperatura e intensidade de agitação. A acidificação auxilia no processo final da flotação do coalho ou massa que formará o queijo e fornece o flavor adequado a partir de pH fixado em 5,6 no máximo. Sendo assim, a verificação periódica do pH após a adição do ácido é primordial na condução da fabricação da ricota (UES et al 2006). Além disso, o pH final também é um ponto crítico pois pode afetar a propriedade dos agregados de proteína flocular à superfície ou precipitar para o fundo do tanque. Este pH pode variar de um processo para outro e deve ser determinado na prática. Está diretamente relacionado ao tipo e quantidade de ácido empregado (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994).

Em estudo de géis formados a partir de proteínas do soro de leite e indução de calor, concluiu-se que são influenciados principalmente pela concentração de proteína, pH, temperatura, duração do tratamento térmico, interações iônicas, hidrofóbicas e sulfidrilas

livres. Controlar a gelificação das proteínas também é um importante passo para desenvolver novas texturas e estabilidade para as ricotas (). A adição de outras fontes protéicas, por exemplo, faz aumentar a concentração protéica e modifica a textura dos géis, resultando em aumento da firmeza e intensificando a retenção de água pela matriz. Géis com maior concentração protéica são mais firmes, elásticos e capazes de reter maiores quantidades de água quando comparados aos contendo menos proteína (CAPITANI et al., 2005; ANTUNES, MOTTA, ANTUNES, 2003).

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] e os seus produtos vêm sendo amplamente estudados devido ao seu valor nutricional e as suas propriedades funcionais tecnológicas de solubilidade e dispersibilidade, na indústria de alimentos, e como alimento funcional (CIABOTTI et al., 2006). A proteína de soja tem uma vantagem sobre proteína animal, pois não eleva os valores de colesterol sérico e, portanto, é útil para pessoas que sofrem de transtorno cardiovascular. A soja também tem uma série de fitoquímicos, as isoflavonas que tem propriedades estrogênica, antioxidante, antifúngica e antitumoral (SILVA; CARRÃO-PANIZZI, PRUDÊNCIO, 2009). Geralmente, cerca de 80% das proteínas de soja extraídas de soja são glicinina (11S) e β -conglucina (7S), que pode ser precipitado a pH 4,5 (REN et al, 2009). Apesar da alta produtividade e de suas propriedades nutricionais e funcionais, a soja é pouco usada na dieta do brasileiro, pois apresenta sabor e odor característicos, conhecidos como *beany flavor* que desagrada o paladar ocidental (BOATTO et al, 2010).

Com o intuito de agregar à ricota, as propriedades funcionais e tecnológicas das proteínas da soja, objetivou-se com este trabalho produzir queijos tipo ricota com adição de proteínas de soja, variando a acidez inicial da mistura, antes do processamento, e estudar a influência das variáveis no Rendimento e Textura dos queijos.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O soro de leite que foi utilizado na produção dos queijos tipo ricota foi obtido e coletado na etapa de dessoragem da produção de queijos tipo minas frescal, mussarela e prato, em pequenos e médios laticínios da região metropolitana de Goiânia-GO.

Para a produção do Extrato Hidrossolúvel de Soja (EHS), foram maceradas sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill.], gentilmente doadas pela Granol (Anápolis-GO), em água por 16 horas em uma proporção de (1:4) respectivamente. A água foi então desprezada. Foi então adicionada aos grãos, água em uma proporção (1:8). A mistura foi triturada em

liquidificador industrial por 2 minutos. A mistura foi filtrada, e o filtrado aquecido à 92-95 °C por 10 minutos para a inativação da enzima lipoxigenase (SOBRAL; WAGNER, 2009).

Os valores de acidez titulável (g/100 g de ácido láctico) inicial da mistura de soro de leite e EHS foram ajustados com solução de Ácido Láctico 80% (m/v) (Vetec, Brasil) e de Hidróxido de Sódio P.A. (Synth, Brasil) em solução de 30%. A coagulação dessa mistura foi realizada pela adição de Ácido Láctico 80% (m/v) na quantidade, baseada em uma curva de neutralização previamente determinada, necessária para atingir pH final 5,0.

A produção dos queijos tipo ricota foi realizada no Laboratório de Laticínio e as análises das características físico-químicas no Laboratório de Reologia, ambos localizados no Setor de Engenharia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EA) da UFG. Os queijos foram armazenados por 14 dias antes do início das análises de textura, período esse referente à média do tempo real de consumo, se elas fossem comercializadas.

3.2.1 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL FATORIAL 2² COMPLETO

Os queijos tipo ricota foram produzidos de acordo com o Planejamento Experimental Fatorial 2² Completo, com 4 pontos fatoriais (níveis ±1), 3 pontos centrais (nível 0), totalizando 7 ensaios. As variáveis independentes foram a acidez inicial (6,02 a 10,98 g/100 g de ácido láctico) antes do processo e o volume de EHS adicionado (0 à 50% de proteínas de soja em relação as proteínas do soro de leite). Os pontos centrais fornecem graus de liberdade adicionais para se estimar o erro (erro puro), o que aumenta a poder do teste. O delineamento é apresentado na Tabela 3.1, bem como seus valores decodificados. Para a realização do experimento, a ordem dos ensaios foi randomizada, a fim de garantir resultados fidedignos.

Tabela 3.1. Variáveis independentes e seus níveis codificados e reais do Planejamento Fatorial 2² para otimização de queijos tipo ricota com adição de extrato hidrossolúvel de soja.

Ensaio	Acidez inicial ¹	Variável decodificada (g/100g ácido láctico) ²	EHS ³	Variável decodificada (mL) ²
1	-1	6,02	-1	567
2	-1	6,02	+1	1588,5
3	+1	10,98	+1	1588,5
4	+1	10,98	-1	567
5	0	8,50	0	1080
6	0	8,50	0	1080
7	0	8,50	0	1080

¹Acidez inicial da mistura de soro de leite e extrato hidrossolúvel de soja antes do processo. ²Valores referentes à produção de queijos tipo ricota com 18L de soro de leite. ³EHS: Extrato Hidrossolúvel de soja.

Os extremos de acidez do planejamento (níveis -1 e +1) foram escolhidos com base na observação dos valores de acidez do soro de leite obtido em laticínios (6,02 a 10,98 g de ácido láctico /100 g) e nível 0 calculado por interpolação. O volume de EHS adicionado na produção foi calculado levando em consideração que o EHS contém em torno de 3% de proteínas, enquanto que o soro de leite tem 0,8% (SILVA; TREICHEL, 2006; REN et al, 2009). Então, os níveis -1 e +1 do volume de EHS adicionado, foram calculados para representarem de 0 à 50% de proteínas de soja em relação a quantidade de proteínas do soro de leite.

3.2.2 PRODUÇÃO DOS QUEIJOS

Os queijos tipo ricota foram produzidos de acordo com a Figura 3.1. Foram homogeneizados, em tanques encamisados (injeção indireta de vapor), o soro de leite e o EHS nas quantidades de cada ensaio. Foi realizada a padronização da acidez conforme o delineamento. A mistura sofreu aquecimento de forma lenta até início da fervura (95 a 98 °C), quando foi interrompido. Foi adicionado então o ácido láctico em quantidade suficiente para atingir pH 5,0, diluído em 500 mL de água destilada. Após a floculação de 10 minutos, os coágulos foram recolhidos com recipiente perfurado de aço inox (escumadeiras) e colocados em formas plásticas com fundo telado (enformagem). Os queijos ficaram em dessoragem a temperatura ambiente por 20 horas, quando então foi feita a viragem do queijo. Os queijos foram armazenados em câmara fria a 7 °C por mais 5 horas. Após esse período, os queijos foram desenformados para a realização da pesagem para calcular o rendimento. Então, os queijos foram embalados em sacos laminados sob vácuo (SELOVAC, modelo 200 B, São Paulo, Brasil). Os queijos foram armazenados em câmara fria a 7 °C por 14 dias, e posteriormente avaliados quanto a Textura pelo teste de compressão.

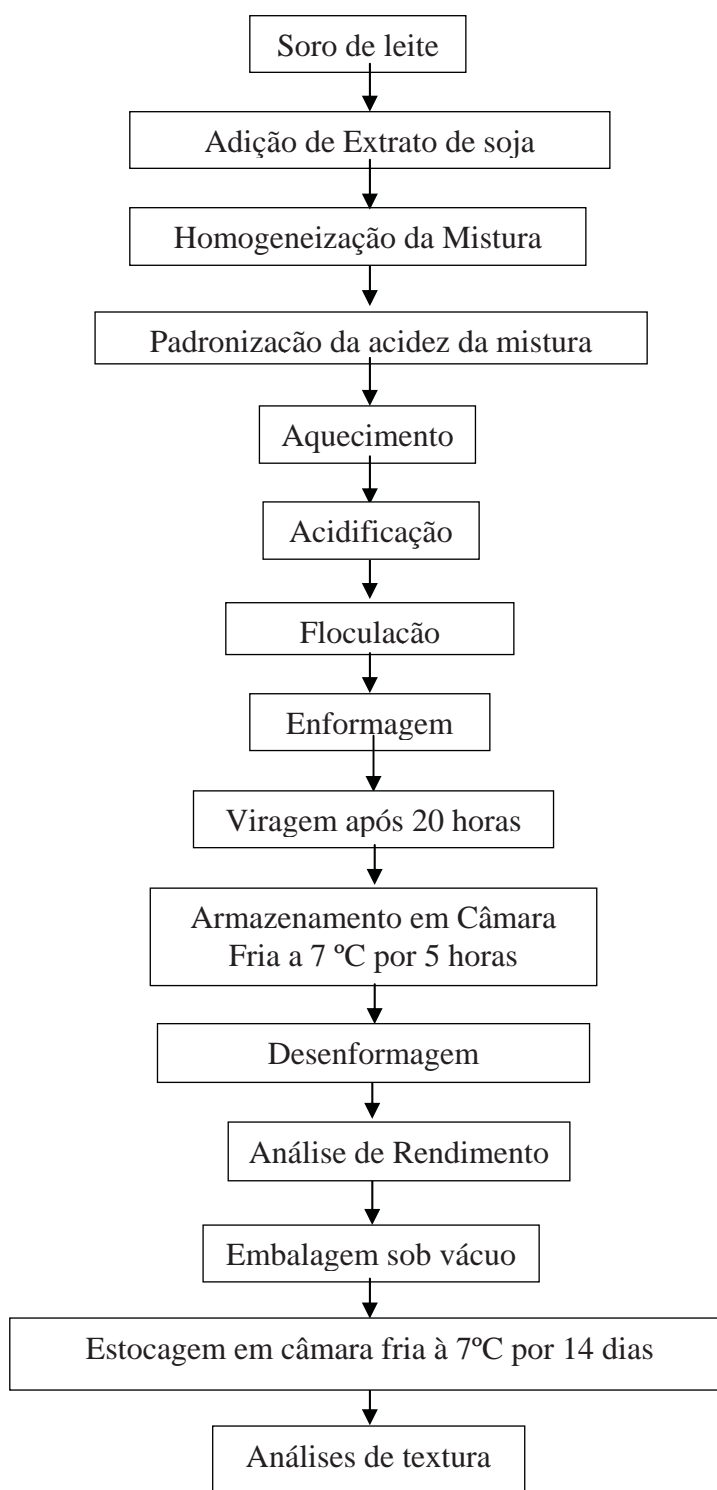


Figura 3.1. Fluxograma do desenvolvimento do experimento de queijos tipo ricota adicionados de extrato hidrossolúvel de soja.

3.2.3 RENDIMENTO

O rendimento (L/kg) dos queijos foi calculado por meio da razão entre o volume total de líquido empregado na fabricação (soro de leite e EHS) pela soma da massa dos queijos (em kg) obtida.

3.2.4 TEXTURA

As análises de textura foram realizadas em texturômetro (Stable Microsystems, Texture Analyser TA-XT Plus, Surrey, Inglaterra). O texturômetro foi ajustado com uma célula de carga 5 kg. O preparo das amostras foi feito retirando cilindros equiláteros (24 mm de altura e 24 mm de diâmetro) de cada queijo. Os cilindros foram mantidos sob refrigeração a 7 °C até o momento do início dos testes. As amostras foram comprimidas por uma placa de alumínio SMS P/100 (100 mm de diâmetro). Para o teste de compressão uniaxial, a velocidade foi de 1 mm/s e deformação final de 80% em relação à altura inicial da amostra, além disso a placa foi previamente lubrificada com vaselina líquida P.A (Synth).

Os parâmetros de textura analisados foram a Tensão, Energia e Deformação na Ruptura. O parâmetro Tensão na Ruptura foi calculado pela razão entre a força exercida no momento da ruptura e a área do queijo em que a força foi aplicada (EQUAÇÃO 1). A Energia na Ruptura foi calculada através da integral da área do gráfico (Força X Distância) correspondente entre o eixo das abscissas e a linha do gráfico formada entre o início da deformação (Distância=0) até o momento da ruptura (Distância na ruptura). A “Deformação na Ruptura” foi calculada pela equação de Hencky (EQUAÇÃO 2).

$$\sigma(\text{ruptura}) = \frac{F(\text{ruptura})}{\text{Área}(\text{ri cot a})} \quad (\text{EQUAÇÃO 1})$$

$$\xi(\text{Hencky}) = -\ln \left| \frac{H(\text{ruptura})}{H_0} \right| \quad (\text{EQUAÇÃO 2})$$

3.2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A metodologia de superfície de resposta foi utilizada para avaliar a influência da acidez inicial da mistura e a adição de EHS no rendimento e textura dos queijos. Para avaliação dos resultados foi utilizado o programa STATISTICA 5.0 (STATSOFT, 1995) para calcular os efeitos principais e de interação das variáveis sobre as respostas, determinando-se quais foram os efeitos significativos. A validade estatística do modelo foi verificada pelo teste F pela Análise de Variância (ANOVA). Neste teste, o valor de F (média quadrática da regressão/ média quadrática dos resíduos) é calculado e comparado com o valor tabelado correspondendo ao nível de confiança aplicado no modelo. Quanto maior é o F calculado em relação ao F tabelado (F_{cal}/F_{tab}), melhor é o ajuste do modelo matemático aos dados experimentais.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do rendimento do queijo é um importante parâmetro do processo industrial, visto que está relacionado ao custo do produto. Os parâmetros de textura dos queijos, tensão, energia e deformação de Hencky na ruptura, são importantes para avaliar a estabilidade dos queijos mistos frente aos processos de embalagem, transporte, corte e a aceitação sensorial do queijo pelo consumidor.

Tabela 3.2. Rendimento dos queijos tipo ricota com adição de extrato hidrossolúvel de soja, pelo Planejamento Experimental Fatorial 2^2 , tendo como variáveis independentes a acidez inicial antes do processo e o volume de EHS adicionado.

Ensaio	Acidez Inicial ¹	Valores codificados (g de ácido láctico/ 100g)	EHS*	Valores codificados ² (mL)	Rendimento (L/kg)
1	-1	6,02	-1	567	19,50
2	-1	6,02	+1	1588,5	22,42
3	+1	10,98	+1	1588,5	16,98
4	+1	10,98	-1	567	28,99
5	0	8,50	0	1080	15,25
6	0	8,50	0	1080	13,70
7	0	8,50	0	1080	14,08

¹Acidez inicial da mistura de soro de leite e extrato hidrossolúvel de soja antes do processo. ²Valores referentes à produção de queijos tipo ricota com 18L de soro de leite. * EHS=Extrato Hidrossolúvel de Soja.

Na Tabela 3.2 são apresentados os resultados de rendimento dos queijos tipo ricota adicionados de EHS. Quanto menor o valor da relação L/kg, menor a quantidade de soro de leite, adicionado de EHS, são necessários para produzir 1 kg de queijo e, portanto, maior o rendimento. Essa é uma unidade de medida utilizada em escala industrial baseada na sequência do fluxo de processo.

A avaliação do efeito das variáveis independentes, acidez titulável (g de ácido láctico/100 g) e concentração de proteínas da soja (EHS), sobre o rendimento (L/kg), mostrou ser antagonístico significativo ($p < 0,05$) tanto para a adição de EHS, quanto da interação entre a adição de EHS e a acidez inicial (FIGURA 3.2). Quanto maior a concentração de EHS ou combinação do aumento de EHS e da acidez inicial, menor é o volume de mistura entre soro de leite e EHS necessário, para se produzir 1 kg de queijo, resultando em maior rendimento.

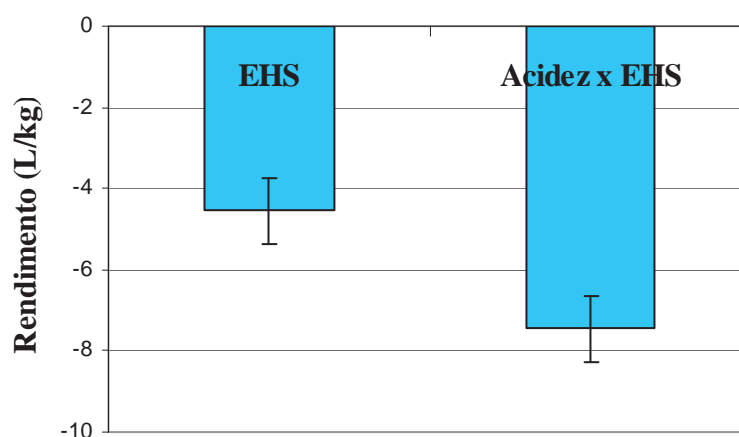


Figura 3.2. Efeito da adição de EHS e, interação entre o aumento da acidez inicial e adição de EHS, sobre o rendimento (L/kg) dos queijos tipo ricota adicionados de extrato hidrossolúvel de soja, pelo Planejamento Experimental Fatorial 2^2 Completo tendo como variáveis independentes a acidez e o EHS adicionado.

A acidez inicial do soro não apresentou influência significativa ($p < 0,05$) em relação ao rendimento dos queijos. Provavelmente, somente a alteração do fator isolado da acidez do soro de 6,02 a 10,98 g/100 g de ácido láctico, não é suficiente para alterar a conformação das proteínas de soro e da soja, de forma a contribuir para um aumento da interação e agregação, formando flocos, que após compactados constituem o queijo.

Em contrapartida, quanto maior a concentração de EHS, maior será a quantidade de proteínas de soja, o que implica em uma maior agregação com as proteínas do soro e mesmo

entre as mesmas, aumentando o rendimento dos queijos. Estudos constataram que géis com concentração protéica entre 11 e 12% são mais firmes, elásticos e capazes de reter maiores quantidades de água quando comparados aos contendo de 8 a 10% de proteína, ou seja, maior quantidade de proteína e de umidade, maior peso do queijo produzido (ANTUNES; MOTTA; ANTUNES; 2003).

A capacidade de formar géis estáveis através do aquecimento das proteínas do soro de leite, quando em solução, é uma importante propriedade funcional. O processo de gelificação pode ser promovido por meio de tratamentos ácidos ou enzimáticos, por adição de sais, e pela ação do calor. Inicialmente, as proteínas globulares do soro de leite, que estão em um sistema aquoso, possui estruturas compactas estabilizados por interações intramoleculares não-covalentes e ligações de dissulfeto. A reação inicial do processo de gelificação induzida por algum agente (ácido, enzimas, sais, calor), envolve o enfraquecimento e quebra das ligações de hidrogênio e dissulfídicas, desestabilizando a estrutura conformacional das proteínas. Posteriormente, há uma desnaturação das proteínas, que faz com que a estrutura original globular desdobre e exponha os grupos hidrofóbicos, ou seja, não-polares e de grupos sulfidrílicos, inicialmente agregados no interior do glóbulo. Com a exposição dos sítios ativos da proteína, permite a estabilização de ligações dissulfeto, ligações de hidrogênio, interações de van der Waals, produzindo uma estrutura tridimensional capaz de imobilizar fisicamente grande parte do solvente. Forma-se então um gel, onde sua integridade física é mantida pelo contrabalanceamento das forças de atração e repulsão entre as moléculas de proteína e destas com o solvente circundante (ANTUNES; MOTTA; ANTUNES, 2003; ANDRADE; NASSER, 2005; LOPES et al., 2007; PICONE; TAKEUCHI; CUNHA, 2010).

Os dois fatores, acidez e EHS, quando aumentados simultaneamente, produzem um efeito positivo sobre o rendimento, pois a acidez alta, afeta o equilíbrio de cargas elétricas e assim, aproxima mais as moléculas para maior agregação efetiva entre as proteínas, que formarão o queijo.

A Tensão na Ruptura está diretamente relacionada à dureza do queijo. O queijo começa a ser pressionado e inicia-se uma deformação, onde ligações mais frágeis se rompem. A ruptura ocorre quando o queijo não suporta mais a pressão e começa a romper interações fortes, as quais são irreversíveis. Portanto, quanto maior a força necessária para romper as interações mais fortes no queijo, maior será a Tensão na Ruptura e a dureza dos queijos. E o trabalho que é necessário para romper tais ligações é representado pela Energia de Ruptura.

Na Tabela 3.3 são apresentados os resultados de textura dos queijos tipo ricota adicionados de EHS. Os parâmetros de textura analisados foram Tensão na Ruptura (kPa), energia (J) e Deformação de Hencky na ruptura (adimensional).

Tabela 3.3. Tensão e Energia na Ruptura e Deformação de Hencky dos queijos tipo ricota com adição de extrato hidrossolúvel de soja, pelo Planejamento Experimental Fatorial 2², tendo como variáveis independentes a acidez inicial antes do processo e o volume de EHS adicionado.

Ensaio	Acidez Inicial (g de ácido lático/100 g)	EHS* (mL)	Tensão na Ruptura (kPa)	Energia na Ruptura (J)	Deformação de Hencky
1	6,02	567	1,647	0,031	0,353
2	6,02	1588,5	2,478	0,032	0,413
3	10,98	1588,5	4,575	0,075	0,508
4	10,98	567	3,103	0,055	0,453
5	8,50	1080	6,146	0,115	0,438
6	8,50	1080	5,059	0,090	0,425
7	8,50	1080	-	-	0,415

¹Acidez inicial da mistura de soro de leite e extrato hidrossolúvel de soja antes do processo. ²Valores referentes à produção de queijos tipo ricota com 18L de soro de leite. * EHS=Extrato Hidrossolúvel de Soja

Os resultados mostraram que nem as variações de acidez ou de adição de EHS influenciaram na Tensão ou Energia na ruptura. Os dois parâmetros não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$). Portanto, a acidez provavelmente prejudica a agregação das proteínas da soja com as do soro, pois aumenta a repulsão eletrostática, impedindo que as proteínas façam ligações fortes e o queijo fique mais duro, que era o esperado. De acordo com Antunes, Motta e Antunes (2003), a adição de outras fontes protéicas faz aumentar a concentração protéica e modifica a textura dos géis, resultando em aumento da firmeza e intensificando a retenção de água pela matriz. No entanto, a acidez alta pode afetar a propriedade dos agregados de proteína flocular à superfície ou precipitar para o fundo do tanque, influenciando na textura do produto final (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994).

O efeito das variáveis independentes acidez titulável (g de ácido lático/100 g) e concentração de EHS sobre a Deformação de Hencky na ruptura dos queijos é apresentado na Figura 3.3.

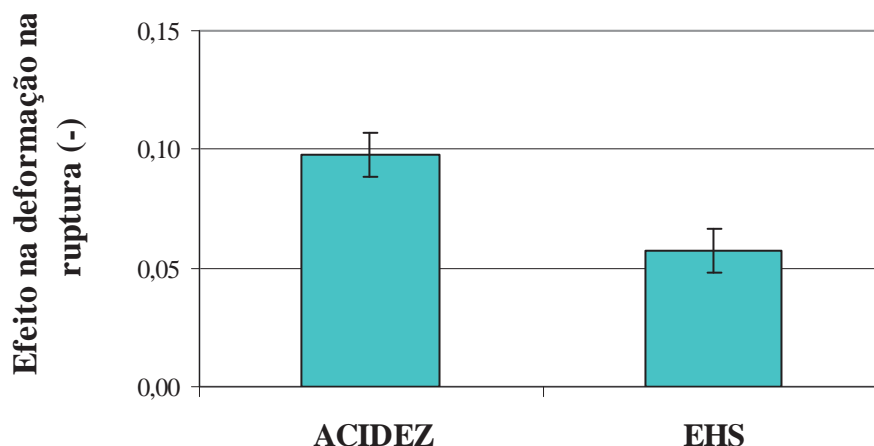


Figura 3.3. Efeito da acidez titulável (g de ácido lático/ 100 g) do soro de leite adicionado de EHS (extrato hidrossolúvel de soja) e, da adição de EHS sobre a Deformação de Hencky (-) na ruptura dos queijos tipo ricota, pelo Planejamento Experimental Fatorial 2² Completo tendo como variáveis independente a acidez e o EHS adicionado.

Na Deformação de Hencky tanto a acidez inicial, quanto para adição de EHS separadamente, apresentaram efeito positivo ($p < 0,05$). A Deformação de Hencky está relacionada à elasticidade e capacidade de deformação do alimento antes de sofrer ruptura, portanto, quanto maior a Deformação de Hencky, mais elástico e flexível as ligações das proteínas que formam o queijo.

A cinética de agregação e a estrutura dos agregados são ditadas pelo balanço de forças atrativas e repulsivas entre as moléculas de proteína parcialmente desnaturadas e de modo geral dependem da pH, o qual controla a carga líquida da proteína e da força iônica que limita as interações eletrostáticas (ANDRADE; NASSER, 2005). Neste trabalho, apesar de não haver uma alteração significativa do pH, provavelmente, a alteração da acidez (6,02-10,98 g de ácido lático/ 100 g), provocou uma leve alteração de cargas elétricas e resultou em uma menor repulsão eletrostática, permitindo que as ligações entre as proteínas ocorressem predominantemente via interações fracas, sendo as principais: interações eletrostáticas, dipolo-dipolo e van der Waals. Tais interações fracas formaram uma rede de proteínas mais elástica, porém mais frágil. Ou seja, a tensão na ruptura não foi afetada, pois a quantidade e a forma das ligações fortes entre as proteínas não foram alteradas com a mudança de acidez e de adição de EHS. No entanto, as ligações fracas aumentaram conforme o aumento da acidez, e com isso influenciaram o aumento da deformação dos queijos.

O efeito positivo (FIGURA 3.3) do aumento da concentração das proteínas da soja em aumentar a deformação da rede protéica dos queijos, reforça a hipótese de que o balanço de

cargas elétricas, devido a acidez do soro, promoveu maior intensidade de ligações fracas entre as proteínas da soja e do soro, formando redes mais flexíveis e elásticas, mas não tão fortes a ponto de suportar altas tensões. Além disso, géis com maior concentração protéica são mais elásticos e capazes de reter maiores quantidades de água quando comparados aos contendo menos proteína (ANTUNES, MOTTA, ANTUNES, 2003).

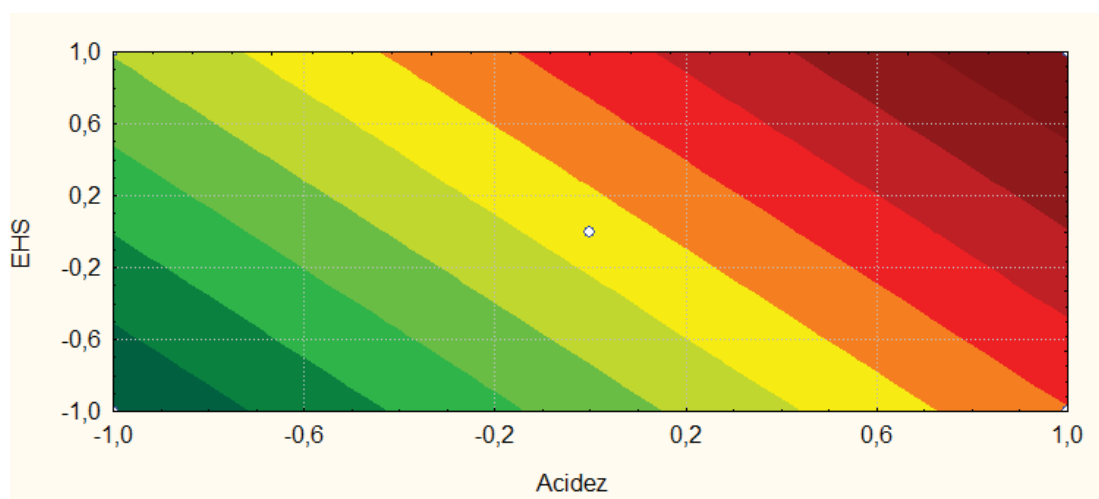
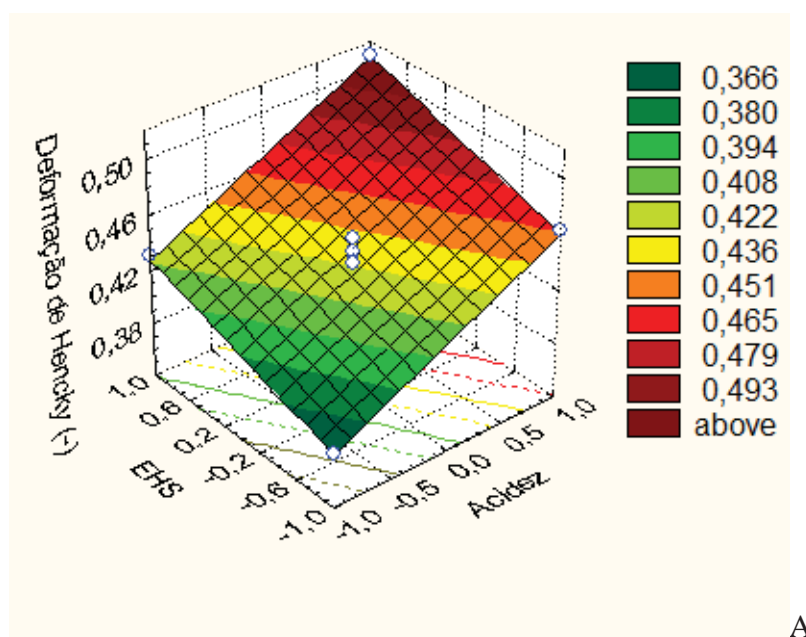


Figura 3.4. Variação da Deformação de Hencky na ruptura, de queijos tipo ricota adicionados de EHS (extrato hidrossolúvel de soja), pelo Planejamento Experimental Fatorial 2^2 Completo tendo como variáveis independentes a acidez e o EHS adicionado; em função da acidez inicial da mistura de soro de leite e EHS, antes do processo; e da adição de EHS.

A superfície de resposta (Figura 3.4A) mostra que os maiores valores de Deformação de Hencky foram observados em maiores valores de acidez inicial e altas concentrações de EHS. Isso mostra que ambas variáveis independentes contribuem para aumentar a deformação

da rede protéica dos queijos, ou seja, formação de queijos mais elásticos e flexíveis, capaz de se deformar antes de se romper. A curva de nível (Figura 3.4B) mostra com maior clareza a discussão do efeito das variáveis independentes da deformação da rede protéica.

O modelo matemático codificado (EQUAÇÃO 3), obtido a partir do planejamento experimental, descreve o comportamento da Deformação de Hencky de queijos tipo ricota adicionados de EHS. Este modelo é estatisticamente válido ao nível de confiança de 95%, sendo que a relação de $F_{cal}/F_{tab} = 11,02$. O coeficiente de determinação do modelo matemático foi 0,97.

$$\varepsilon_H = 0,43 + 0,05.(A) + 0,03.(S) \quad (\text{EQUAÇÃO 3})$$

Onde: ε_H = Deformação de Hencky (-)

A= nível codificado de acidez (g/100g de ácido láctico)

S= nível codificado de EHS (mL)

3.4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos dos queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja (EHS), variando a acidez inicial, mostraram que as variáveis influenciam no rendimento e na textura. Quanto maior a adição de EHS e aumento da acidez inicial da mistura, antes do processo, dentro dos intervalos avaliados neste trabalho, maior foi o rendimento no final. No entanto, a acidez influenciou no tipo de ligações formadas entre as proteínas (soro e soja), formando ligações fracas. Com isso não influenciou na Tensão de Ruptura, entretanto, tornou os queijos mais flexíveis e deformáveis, e portanto, quanto mais se aumentou a concentração de proteínas de soja e a acidez inicial, maiores foram os valores de Deformação de Hencky observados.

O controle da acidez juntamente com a agregação de proteínas de outros tipos pode ser interessante para produzir queijos a base de soro de leite que possam ter um melhor rendimento, altos níveis de proteínas, várias propriedades fisiológicas funcionais, sem entretanto, tornar o queijo mais duro, e podendo torna-lo até mais elástico.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. T.; NASSER, R. O. Estudo reológico da gelificação induzida pelo calor de proteínas do soro de leite e dos géis resultantes sob condições variadas de pH. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 315-321, 2005.
- ANTUNES, A. E. C.; MOTTA, E. M. P.; ANTUNES, A. J. Perfil de textura e capacidade de retenção de água de géis ácidos de concentrado protéico de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, suppl.0, 2003.
- BOATTO, D. A.; MESOMO, M. C.; MADRONA, G.S.; BRANCO, I.G.; MATUMOTO-PINTRO, P. T. Desenvolvimento e caracterização de queijo tipo petit suisse de soja comum e de soja livre de lipoxigenase, enriquecidos com cálcio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 766-770, 2010.
- CAPITANI, C. D.; PACHECO, M. T. B.; GUMERATO, H. F.; VITALI, A.; SCHIMIDT, F. L. Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de coacervação com polissacarídeo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1123-1128, 2005.
- CARNEIRO, H.; RODRIGUES, P. V. Como transformar excedente do leite em boa fonte de renda: Produção de ricota. **Panorama do Leite**, Centro de Inteligência do Leite, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG n. 40, 2010. Disponível em: <http://www.cileite.com.br/panorama/produtos40.html>. Acesso em: 05/10/10.
- CERESER, N.D.; ROSSI JUNIOR, O.D.; MARCHI, P.G.F.; SOUZA, V.; CARDOZO, M. V.; MARTINELLI, T. M. Avaliação da qualidade microbiológica da ricota comercializada em supermercados do estado de São Paulo. **Ciencia Animal Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 149-155, 2011.
- CIABOTTI, S.; BARCELLOS, M. F. P.; MANDARINO, J. M. G.; TARONE, A. G. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de Lipoxigenase. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 920-929, 2006.
- FERREIRA, A. C. **Uso do açafrão (*Curcuma longa* L.) na redução de staphylococcus aureus ATCC 12600 em ricota**. 2003. 76 p. Dissertação (Mestre em Ciência dos Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. M. **Tecnologia de Queijos: Manual Técnico para a Produção Industrial de queijos**. São Paulo: Ed. Dipemar, 1994. 118 p.
- HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; DE PAULA, H. Proteínas do soro: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 4, p. 479-488, 2006.
- LOPES, G. K.; AZERO, E. G.; SILVA, M. V.; GONÇALVES, M. P.; ANDRADE, C. T. High-solid systems of partially hydrolysed waxy maize starch: rheological and structural characterisations. **Journal of Brazilian Chemical Society**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 65-73, 2007.
- MAIA, S. R. **Uso da *curcuma longa* L., na redução de *Escherichia coli* (ATCC 25922) e *enterobacter aerogenes* (ATCC 13048) em ricota**. 2003. 63 p. Dissertação (Mestre em

Ciência dos Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

PACHECO, M. T. B.; DIAS, N. F. G.; BALDINI, V. L.; TANIKAWA, C.; SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais de hidrolisados obtidos a partir de concentrados protéicos de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 333-338, 2005.

PICONE, C.; TAKEUCHI, K. P.; CUNHA, R. L. Heat-Induced whey protein gels: effects of pH and addition of sodium caseinate. **Food Biophysics**, v. 6, p. 77-83, 2011.

REN, C.; TANG, L.; ZHANG, M.; GUO, S. Interactions between whey soybean protein (WSP) and beta-conglycinin (7S) during the formation of protein particles at elevated temperatures. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 936-941, 2009.

RIBEIRO, A. C.; MARQUES, S. C.; SODRÉ, A. F.; ABREU, L. R.; PICCOLI, R. H. Controle Microbiológico da vida de prateleira de ricota cremosa. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 113-117, 2005.

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

SILVA, J.B.; CARRÃO-PANIZZI, M.C.; PRUDÊNCIO, S.H. Chemical and physical composition of grain-type and food-type soybean for food processing. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 7, p. 777-784, 2009.

SILVA, M. F.; TREICHEL, H. Aproveitamento de soro de leite para a produção de polissacarídeos. **Vivências**, Erechim, v. 1, ano 2, n.º 3, p. 213-228, 2006.

SOBRAL, P. A.; WAGNER, J. R. Relación entre la Composición y la Actividad Antitriptica de Sueros de Soja y Tofu y Comportamiento Térmico de sus Proteínas Aisladas. **Información Tecnológica**, La Serena, v. 20, n. 5. p. 65-73, 2009.

SOUTA, A. F. C.; LIMA, D. P.; VELOSO, K. N. C.; PORTO, C. Processo de fabricação, armazenamento, transporte e análise sensorial da ricota. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia**, Tocantins, Campus de Paraíso do Tocantins. 2009.

TEIXEIRA, L. V.; FONSECA, L. M. Perfil físico-químico do soro de queijos mozzarella e minas-padrão produzidos em várias regiões do estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.1, p. 243-250, 2008.

UES, I.; PIZATTO, E.; BEUX, S.; ALFARO, A. T. Otimização do processo de fabricação da ricota. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 1, n. 1, 2, 3 e 4, p. 382-392, 2006.

4 CAPÍTULO 4: INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE EXTRATO HIDROSSOLÚVEL DE SOJA E CÁLCIO NO PROCESSAMENTO E PARÂMETROS TECNOLÓGICOS DE QUEIJOS TIPO RICOTA

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho processar queijos tipo ricota com agregação de qualidade nutricional e características tecnológicas mais vantajosas, adicionando diferentes concentrações de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio. Os queijos tipo ricota foram produzidos de acordo com o Planejamento Fatorial 2^2 Completo, com 4 pontos fatoriais (níveis ± 1), 3 pontos centrais (nível 0), 4 pontos axiais ($\pm\alpha$), totalizando 11 ensaios. A adição de extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e de cloreto de cálcio não influenciou na coloração dos queijos nos parâmetros de Luminosidade, °Hue e Índice de Cromo. Os queijos tiveram cor próxima ao amarelo, de intensidade fraca ou acromática. Na textura dos queijos, a adição de EHS deixou o queijo mais duro, demonstrado pelos efeitos na Tensão e Energia na Ruptura. A adição do cálcio teve efeito negativo sobre a Energia na Ruptura, pois seus íons preenchem alguns sítios ativos das proteínas, formando coágulos menores e fazendo com que o gel fique mais fraco. Já a deformação foi influenciada positivamente apenas pela adição de EHS, que tornou os queijos mais elásticos. Após a ruptura, os resultados se repetiram, demonstrando uma estrutura homogênea do produto. E apenas o efeito da adição de EHS foi determinante no aumento do rendimento. Com isso, conclui-se que adicionar proteínas de soja na produção de queijos tipo ricota tornam o produto com textura mais consistente e elástica, com aumento de rendimento, sem necessariamente modificar a cor. Entretanto, a adição de cálcio isoladamente, apesar da sua retenção no queijo, o que é importante nutricionalmente, torna o queijo mais frágil. A adição tanto de EHS quanto de cálcio, produz um queijo tipo ricota mais firme e elástico, de maior valor nutricional devido as proteínas da soja e cálcio, e ainda melhor rendimento.

Palavras-chave: textura, deformação, rendimento.

4.1 INTRODUÇÃO

A ricota é um queijo de origem da região mediterrânea e sul da Itália, e fabricado em diversos países sob várias denominações. É conhecido também por queijo de albumina, por se constituir basicamente desta e de lactoglobulina, que são os principais componentes protéicos do soro, não coaguláveis pelo coalho. Seu formato deve ser cilíndrico e possuir peso de 300 g a 1 kg. Em relação à crosta, ela deve ser rugosa, não formatada ou pouco nítida. A consistência é definida como mole, não pastosa e friável. A textura deve ser fechada com algumas olhaduras mecânicas e a cor deve ser branco a creme. O odor e sabor são característicos do queijo (SOUTA et al., 2009). É um queijo fresco de alta umidade. As

proteínas do soro são proteínas facilmente desnaturadas e precipitadas pelo calor, sob a influência de acidificação, o que constitui como princípio básico da fabricação da ricota (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994). A composição média esperada da ricota é de 70 a 73% de umidade, 4 a 6% de gordura, 4,9 a 5,3 de pH (FERREIRA, 2003). Seu rendimento médio de fabricação é de cerca de 4 a 5% do volume de soro trabalhado, ou seja, em torno de 20 L de soro para produzir 1 kg de ricota (MAIA, 2003).

A demanda cada vez mais crescente dos consumidores por alimentos mais convenientes, frescos, naturais, semiprocessados e com menor quantidade de gorduras, conservantes e aditivos, tem destacado a ricota dentre os diferentes tipos de queijos. O alto consumo se deve também pela alta digestibilidade das proteínas, ausência de sal e baixo custo. Suas proteínas atuam estimulando a síntese de proteínas sanguíneas e teciduais no organismo, na atividade imunomoduladora, antimicrobiana, antiviral, anticâncer, antiúlcera e benefício ao sistema cardiovascular. É considerado um produto leve e dietético, mundialmente consumido em muitas dietas alimentares. É ideal para gestantes, pessoas com problemas de níveis de colesterol e de hipertensão, e que não podem consumir outros tipos de queijos. (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994; SGARBIERI, 2004; PACHECO et al., 2005; RIBEIRO et al., 2005; CARNEIRO; RODRIGUES, 2010; CERESER et al., 2011).

Controlar a gelificação das proteínas no processo de produção da ricota é um importante passo para aumentar os benefícios tecnológicos e desenvolver novas características sensoriais que permitem o desenvolvimento da sensação desejada, na boca, de queijos (PICONE; TAKEUCHI; CUNHA, 2011). Vários fatores influenciam na formação dos géis como pH; temperatura; tempo de exposição aos agentes; interações iônica, hidrofóbicas e grupos sulfidrila livre; e concentração de proteínas, sais e/ou sólidos totais. Um aumento na propriedade de dureza, por exemplo, tem sido atribuída a um ótimo balanço entre interações proteína-proteína e proteína-solvente. Vários autores trabalharam investigando o papel do cálcio e da cisteína sobre a propriedade de gelificação das proteínas do soro de leite induzida pelo calor. Os sais de cálcio apresentaram vantagens sobre os de sódio e magnésio quanto ao aumento da dureza dos géis, pois o cálcio sendo um cátion bivalente, é capaz de formar uma ponte iônica entre 2 grupos carboxílicos adjacentes de diferentes cadeias peptídicas. Alguns autores concluíram que a máxima dureza do gel foi obtida a uma concentração de 11 mM de cálcio e esta dureza diminui com o aumento da concentração de CaCl_2 . Eles sugerem ainda que a diminuição da força do gel em altas concentrações de CaCl_2 poderia indicar ligações de cálcio intramoleculares (BARBUT; FOEGEDING; 1993; LUVIELMO; ANTUNES, 2002). Já o aumento da concentração protéica na formação dos géis faz com que ocorra modificação

da textura dos géis, intensificando a retenção de água pela matriz, tornando-se mais firmes e elásticos (ANTUNES; MOTTA; ANTUNES, 2003).

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] e os seus produtos derivados também tem sido amplamente estudados e utilizados na indústria de alimentos devido ao seu valor nutricional e as suas propriedades funcionais tecnológicas de solubilidade e dispersibilidade. É considerado um alimento funcional e os benefícios à saúde são de ação moduladora em determinados mecanismos fisiológicos através de suas proteínas e isoflavonas, reduzindo os riscos de algumas doenças crônicas e degenerativas (CIABOTTI et al., 2006; BOATTO et al., 2010). A soja destaca-se por apresentar aproximadamente 40% de proteínas de alta qualidade e baixo custo, 20% de lipídios com alta concentração de ácidos graxos poliinsaturados, aproximadamente 34% de carboidratos, minerais como fósforo, ferro, magnésio e zinco e teores consideráveis de vitaminas do complexo B.

Pelo exposto, o objetivo deste trabalho foi processar queijos tipo ricota com agregação de qualidade nutricional e características tecnológicas mais vantajosas, adicionando diferentes concentrações de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

A produção dos queijos foi realizada no Laboratório de Laticínio e as análises das características físico-químicas no Laboratório de Reologia, ambos localizados no Setor de Engenharia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EA) da UFG.

O soro de leite que foi utilizado na produção dos queijos tipo ricota foi obtido e coletado na etapa de dessoragem da produção de queijos tipo minas frescal, mussarela e prato, em laticínios da região metropolitana de Goiânia-GO. Para a produção do Extrato Hidrossolúvel de Soja (EHS), foram maceradas sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] em água por 16 horas em uma proporção de (1:4) respectivamente. A água foi então desprezada. Foi então adicionada nas sementes, água em uma proporção (1:8). A mistura foi triturada em liquidificador industrial por 2 minutos. A mistura foi filtrada, e o filtrado aquecido à 92-95 °C por 10 minutos para a desnaturação das enzimas.

A coagulação da mistura líquida se deu pela adição de 1mL/L de ácido láctico em solução aquosa de 80% (m/v) (Vetec, Brasil). Foi adicionado também o Cloreto de Cálcio P.A. (Synth, Brasil) em quantidades definidas pela Metodologia do Planejamento experimental fatorial completo 2². E tanto o acidificante quanto o sal foram diluídos em 500

mL de água destilada imediatamente antes de sua aplicação na produção dos queijos. Os queijos foram armazenados por 14 dias antes do início das análises de textura, período esse referente à média do tempo real de consumo, se elas fossem comercializadas

4.2.1 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL FATORIAL 2² COMPLETO

Os queijos tipo ricota foram produzidos de acordo com o Planejamento Fatorial 2² Completo, com 4 pontos fatoriais (níveis ± 1), 3 pontos centrais (nível 0), 4 pontos axiais ($\pm\alpha$), totalizando 11 ensaios. As variáveis independentes foram: a quantidade de EHS e de Cloreto de Cálcio adicionada na produção dos queijos. Os pontos centrais fornecem graus de liberdade adicionais para se estimar o erro (erro puro), o que aumenta a confiabilidade do teste e, o valor de α , representa a distância dos pontos axiais, para a obtenção do modelo quadrático.

O delineamento é apresentado na Tabela 4.1, bem como seus valores decodificados. Para a realização do experimento, a ordem dos ensaios foi randomizada, a fim de garantir resultados fidedignos.

Tabela 4.1. Variáveis independentes e seus níveis codificados e reais do Planejamento Fatorial 2² Completo para otimização de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio.

Ensaio	Cloreto de Cálcio	Variável decodificada* (g)	EHS**	Variável decodificada* (mL)
1	-1	26,2	-1	945
2	-1	26,2	+1	2647,5
3	+1	153,8	+1	2647,5
4	+1	153,8	-1	945
5	0	90	0	1080
6	0	90	0	1080
7	0	90	0	1080
8	-1,41	0	0	1080
9	+1,41	180	0	1080
10	0	90	-1,41	600
11	0	90	+1,41	3000

*Valores referentes à produção de queijos tipo ricota com 30 L de soro de leite. ** EHS: Extrato Hidrossolúvel de soja.

Os extremos de cloreto de cálcio do planejamento (níveis -1 e +1) foram calculados com base no Índice Diária Recomendada (IDR) para adultos (BRASIL, 1998) e nível 0 calculado por interpolação. O volume de EHS adicionado na produção foi calculado levando

em consideração que o EHS contém em torno de 3% de proteínas, enquanto que o soro de leite tem 0,8% (SILVA; TREICHEL, 2006; REN et al, 2009). Então, os níveis -1 e +1 do volume de EHS adicionado, foram calculados para representarem de 0 à 50% de proteínas de soja em relação a quantidade de proteínas do soro de leite.

4.2.2 PRODUÇÃO DOS QUEIJOS

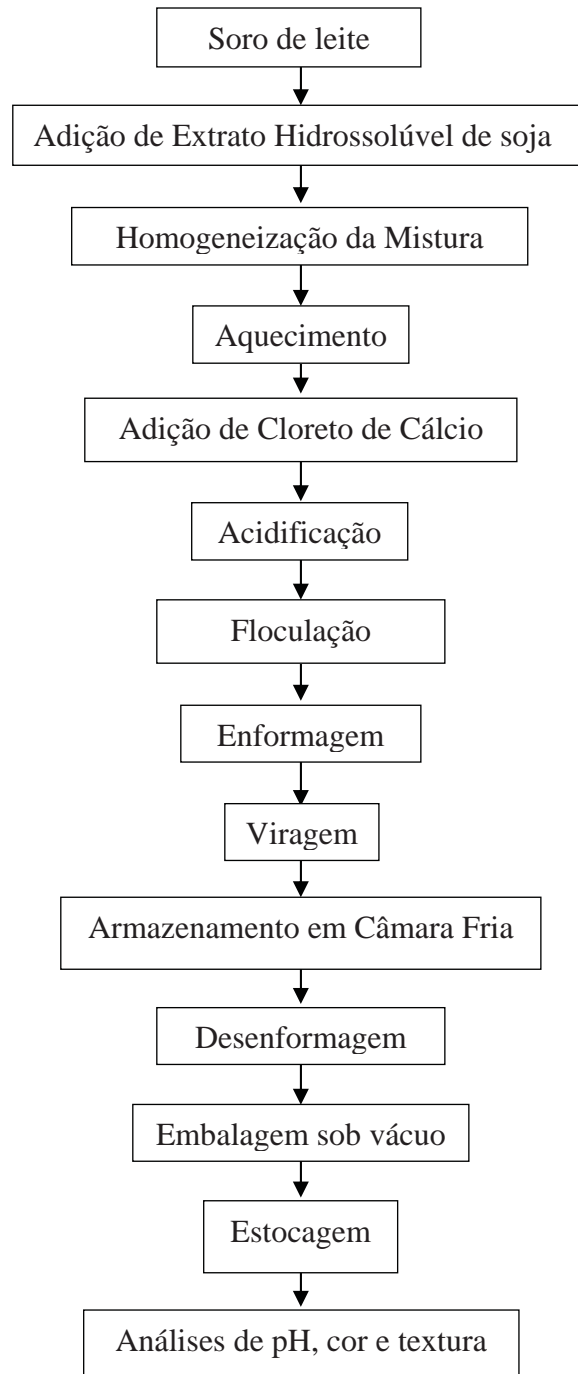


Figura 4.1. Fluxograma do desenvolvimento do experimento de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio.

Os queijos tipo ricota foram produzidos de acordo com a Figura 4.1. Foram homogeneizados, em tanques encamisados (injeção indireta de vapor), o soro de leite e o EHS nas quantidades pré-definidas de cada ensaio (TABELA 4.1). A mistura sofreu aquecimento de forma lenta até início da fervura (95 a 98 °C), quando foi interrompido. Foi adicionado então o Cloreto de Cálcio e em seguida, o ácido láctico na quantidade de 1 mL/L de mistura de soro de leite e EHS, ambos diluídos em 500 mL de água destilada. Após 10 minutos de floculação, os coágulos foram recolhidos com recipiente perfurado de aço inox (escumadeiras) e colocados em formas plásticas com fundo telado (enformagem). Os queijos ficaram em dessoragem à temperatura ambiente por 24 horas, quando então foi feita a viragem dos queijos. Os queijos foram armazenados em câmara fria à 7 °C por mais 24 horas. Após esse período, os queijos foram desenformados para a realização da pesagem para calcular o rendimento. Então, os queijos foram embalados sob vácuo (SELOVAC, modelo 200 B, São Paulo, Brasil) em sacos laminados. Os queijos foram armazenados em câmara fria a 7 °C por 14 dias até o início das análises físico-químicas.

4.2.3 COLORAÇÃO

A cor dos queijos foi medida em um espectrofotômetro de bancada (HunterLab, ColorQuest II, número de série 6353, Virginia, EUA), operando no sistema CIE (L^* , a^* e b^*). Os valores de L^* (luminosidade), a^* (intensidade da cor verde a vermelho) e b^* (intensidade da cor amarela a azul) foram obtidos utilizando o software Universal v 3.6 (Hunter Lab, EUA). Com os valores de a^* e b^* , calculou-se o ângulo hue ($^\circ h$), que é considerado um atributo qualitativo da cor, em que se define a tonalidade de cor, como por exemplo esverdeado, avermelhado; e o chroma (C^*) que é o atributo que define a intensidade da cor; e ambos são calculados conforme equações 1 e 2 (GRANATO; MASSON, 2010).

$$^\circ h = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (\text{EQUAÇÃO 1})$$

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (\text{EQUAÇÃO 2})$$

4.2.4 TEXTURA

As análises de textura dos queijos foram realizadas em um texturômetro (Stable Microsystems, Texture Analyser TA-XT Plus, Surrey, Inglaterra). O texturômetro foi ajustado com uma célula de carga 5 kg. O preparo das amostras foi feito retirando cilindros equiláteros (24 mm de altura e 24 mm de diâmetro) de cada queijo. Os cilindros foram mantidos sob refrigeração a 7 °C até o momento do início dos testes. As amostras foram comprimidas por uma placa de alumínio SMS P/100 (100 mm de diâmetro). Para o teste de compressão uniaxial, a velocidade foi de 1 mm/s e deformação final de 80%, além disso a placa foi previamente lubrificada com vaselina líquida P.A. (Synth, Brasil).

Os parâmetros de textura analisados foram a Tensão, Energia e Deformação na Ruptura e Tensão e Energia na Desintegração. Portanto, foram avaliados dois momentos: Ruptura - quando cessa a deformação e rompe as ligações fortes; e Desintegração – após a ruptura, quando há o esmagamento da amostra já fraturada. O parâmetro Tensão na Ruptura (σ) foi calculado pela razão entre a força exercida no momento da ruptura e, a área do queijo em que a força é aplicada (EQUAÇÃO 3). No caso da Tensão na Desintegração, no cálculo foi considerada a força máxima aplicada na amostra (EQUAÇÃO 4). A Energia na Ruptura foi calculada pela integral da área do gráfico (Força X Distância) correspondente entre o eixo das abscissas e a linha do gráfico formada entre o início da deformação (Distância=0) até o momento da ruptura (Distância na ruptura). A Energia de Desintegração foi calculada pela integral da área do gráfico (Força X Distância) correspondente entre o eixo das abscissas e a linha do gráfico formada entre o momento da ruptura (distância da ruptura) até o momento onde foi aplicada a força máxima. A “Deformação na Ruptura” foi calculada pela equação de Hencky (EQUAÇÃO 5).

$$\sigma(\text{ruptura}) = \frac{F(\text{ruptura})}{\text{Área}(\text{ri cot } a)} \quad (\text{EQUAÇÃO 3})$$

$$\sigma(\text{Desin tegração}) = \frac{F(\text{máx})}{\text{Área}(\text{ri cot } a)} \quad (\text{EQUAÇÃO 4})$$

$$\xi(\text{Hencky}) = -\ln \left| \frac{H(\text{ruptura})}{H_0} \right| \quad (\text{EQUAÇÃO 5})$$

4.2.5 RENDIMENTO

O rendimento L/kg dos queijos foi calculado por meio da razão entre o volume total de líquido empregado na fabricação (soro de leite e EHS) pela soma da massa dos queijos (em kg) obtida.

4.2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A metodologia de superfície de resposta foi utilizada para avaliar a influência da adição de cloreto de cálcio e de EHS nos parâmetros de cor, rendimento e textura dos queijos tipo ricota. Para avaliação dos resultados foi utilizado o programa STATISTICA 5.0 (STATSOFT, 1995) para calcular os efeitos principais e de interação das variáveis sobre as respostas, determinando-se quais foram os efeitos significativos e ajustando-se um modelo de segunda ordem para correlacionar as variáveis e suas respostas. A validade estatística do modelo foi verificada pelo teste F pela Análise de Variância (ANOVA). Neste teste, o valor de F (média quadrática da regressão/ média quadrática dos resíduos) é calculado e comparado com o valor tabelado correspondendo ao nível de confiança aplicado no modelo. Quanto maior é o F calculado em relação ao F tabelado (F_{cal}/F_{tab}), melhor é o ajuste do modelo matemático aos dados experimentais.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 COLORAÇÃO

A Luminosidade (L) é a relação entre a luz refletida e absorvida, o que faz com que se defina o produto entre a cor preta (totalidade da luz absorvida) e branca (totalidade da luz refletida) (GRANATO; MASSON, 2010). Os queijos tipo ricota não foram diferentes significativamente nesse parâmetro a um nível de confiança de 95%, ou seja, a quantidade de proteínas de soja não foi suficiente para alterar a luminosidade dos queijos. Diferentemente de Ciabotti et al., (2009), que avaliou queijos tipo ricota com substituição do soro de leite em volume de EHS até 40%, e observou redução significativa ($p < 0,05$) da luminosidade conforme aumento do volume de EHS substituído (86,55-87,66). Neste trabalho, levou-se em consideração a proporção entre proteínas de soja (3%) e soro(0,8) e não em relação a volume

de soro de leite e EHS, ou seja, a quantidade de proteínas de soja adicionada no trabalho de Ciabotti et al. (2009) é significativamente maior a ponto de modificar o parâmetro de luminosidade, o que não foi observado neste trabalho.

O ângulo de coloração ou tom (H°) é o aspecto da cor familiar que pode ser descrito, pois identifica cores como vermelho, verde, azul ou amarelo. Inicia no eixo $+a^*$ e é expresso em graus 0° para o vermelho, 90° para o amarelo ($+b^*$), 180° para verde ($-a^*$) e 270° para azul ($-b^*$) (GRANATO; MASSON, 2010). Os resultados obtidos para esse parâmetro não apresentaram diferença significativa a um nível de significância de 5%. A média de Hue das amostras de queijo foi de $81,26^\circ \pm 4,36$. Quando mais próximo da 90° , maior tendência a cor amarelo.

O índice de Croma (C^*) indica a intensidade ou pureza do tom, independente de quão clara ou escura é a cor. Quanto maior é o seu valor, a cor é mais intensa ou altamente cromática parecendo luminosa ou concentrada, enquanto que valores baixos (acromático) indicam a cor acinzentada, fraca ou diluída (GRANATO; MASSON, 2010). Os resultados de C^* para os queijos tipo ricota produzidos com adição de EHS e cálcio não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) quanto às variáveis independentes (adição de EHS e Cloreto de Cálcio). A média dos valores de C^* foram de $10,61 \pm 3,73$. Esses valores indicam que os queijos apresentam cor fraca (acromática).

Propriedades físicas como a cor podem ser usadas para diferenciar os tipos de queijos, além de descrever as mudanças durante a maturação. Esses parâmetros estão relacionados ao tipo de leite ou soro de leite e sua composição, além dos procedimentos adotados na produção dos mesmos (RINALDI; CHIAVARO; MASSINI, 2010). Com adição de cálcio e EHS nas quantidades estudadas neste trabalho não modificaram a cor dos produtos, preservando a identidade de cor do queijo tipo ricota.

4.3.2 TEXTURA

A Tensão na Ruptura está diretamente relacionada à dureza do queijo. O queijo começa a ser pressionado e inicia-se uma deformação, onde ligações mais frágeis se rompem. A ruptura ocorre quando o queijo não suporta mais a pressão e começa a romper ligações fortes, as quais são irreversíveis. Portanto, quanto maior a força necessária para romper as ligações mais fortes no queijo, maior será a dureza. Os efeitos da adição de EHS, bem como a interação entre as duas variáveis independentes sobre a Tensão na Ruptura dos queijos tipo ricota são apresentados na Figura 4.2.

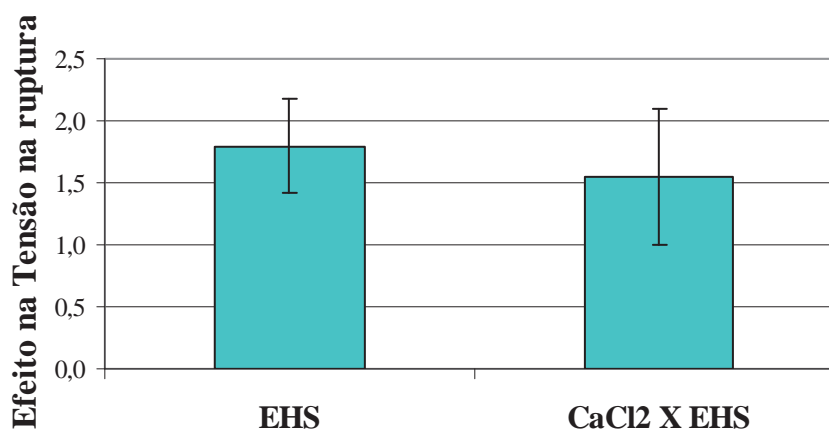


Figura 4.2. Efeitos estimados da adição extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e da interação da entre a adição de cloreto de cálcio (CaCl_2) e EHS, sobre a Tensão na Ruptura de queijos tipo ricota, produzidos pelo planejamento experimental fatorial 2^2 .

A Energia na Ruptura indica a energia necessária ou o trabalho a ser exercido para romper a amostra, quebrar as ligações entre as moléculas de proteínas que formam a matriz do queijo, no momento da ruptura. Os efeitos da adição de cloreto de cálcio e de EHS, bem como a interação entre eles, estão apresentados na Figura 4.3.

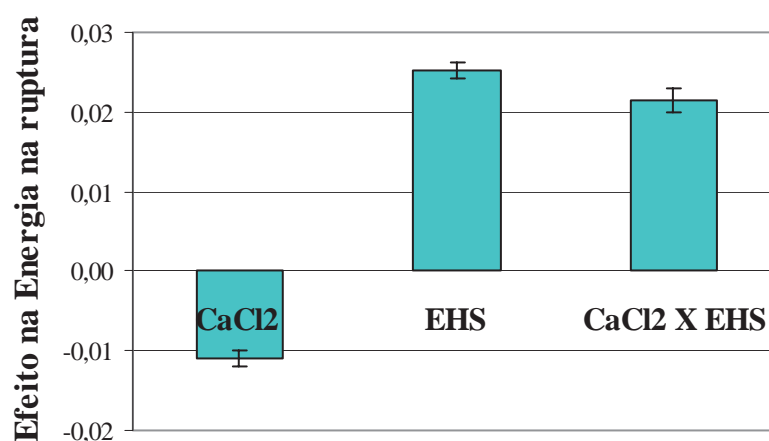


Figura 4.3. Efeitos estimados da adição de cloreto de cálcio (CaCl_2), extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e da interação entre eles, sobre a Energia na Ruptura de queijos tipo ricota produzidos pelo planejamento experimental fatorial 2^2 .

Os resultados dos efeitos da adição de EHS sobre a Tensão e Energia na Ruptura (FIGURA 4.2 e 4.3) confirmam que o aumento da concentração de proteína, modifica a textura dos géis, intensificando a retenção de água pela matriz, tornando-se mais firmes. Isto ocorre devido altos níveis de ligação protéica intermoleculares que são formadas. As ligações cruzadas irreversíveis entre cadeias de proteína na rede gel tem sido atribuídas as ligações dissulfídicas e hidrofóbicas (ANTUNES; MOTTA; ANTUNES, 2003). Portanto, quanto maior a quantidade adicionada de EHS na produção dos queijos, dentro dos valores avaliados, maior foi a Tensão na Ruptura e Energia gasta para rompimento do queijo, o que reflete na maior dureza do mesmo.

Observou-se um efeito antagonístico da presença do cálcio (FIGURA 4.3), ou seja, aumentando a sua concentração ocorreu uma diminuição da Energia na Ruptura. Provavelmente, com o aumento da concentração de cloreto de cálcio na produção, aumenta a tendência de formação de coágulos menores de proteínas. A preferência é das proteínas de se ligarem ao íons de cálcio e saturarem os sítios ativos que antes ligariam a outras proteínas. Isso ocorre pois as proteínas naturalmente possuem carga negativa e o cloreto de cálcio em meio aquoso, se dissocia e libera íons Ca^{+2} que são atraídos pelas proteínas. Com isso, os coágulos ficam menores e isolados, facilitando o rompimento da amostra quando pressionadas, e conseqüentemente diminui a energia necessária, assim como acontece com a tensão.

Entretanto, o efeito da interação entre as duas variáveis independentes (EHS x CaCl_2) na Tensão e Energia na Ruptura é sinérgico (FIGURA 4.2 e 4.3), pois apesar dos íons cálcio ocuparem alguns sítios ativos, as proteínas, principalmente da soja, ainda possuem uma quantidade grande de sítios para formarem a rede protéica. As proteínas do soro de leite α -lactoalbumina β -lactoglobulina possuem 2 e 4 sítios ativos, respectivamente. As proteínas do soro de leite que apresentam melhores propriedades gelificantes são a beta-lactoglobulina e a albumina do soro bovino (BSA), mas sendo a primeira de 10 a 20 vezes mais abundante nos produtos com soro lácteo, pois ela é considerada o principal agente gelificante por apresentar grupos sulfidrilas livres (ANTUNES; MOTTA; ANTUNES, 2003). Já as principais proteínas da soja β -conglucina e glicina possuem 7 e 11 sítios ativos, respectivamente. Com isso a possibilidade de ligações e interações que as proteínas da soja podem fazer é muito maior que as proteínas do soro de leite.

O comportamento do cálcio sobre a tensão na ruptura pode ser melhor visualizado na superfície de resposta (Figura 4.4A). Os maiores valores de Tensão na Ruptura foram

observados em altas concentrações de EHS e de cloreto de cálcio, no entanto, se a quantidade de proteínas de soja é baixa, o cálcio prejudica as ligações formadas pelas proteínas do soro, deixando o queijo mais frágil. A curva de nível (Figura 4.4B) mostra com maior clareza a discussão do efeito das variáveis independentes na dureza dos queijos.

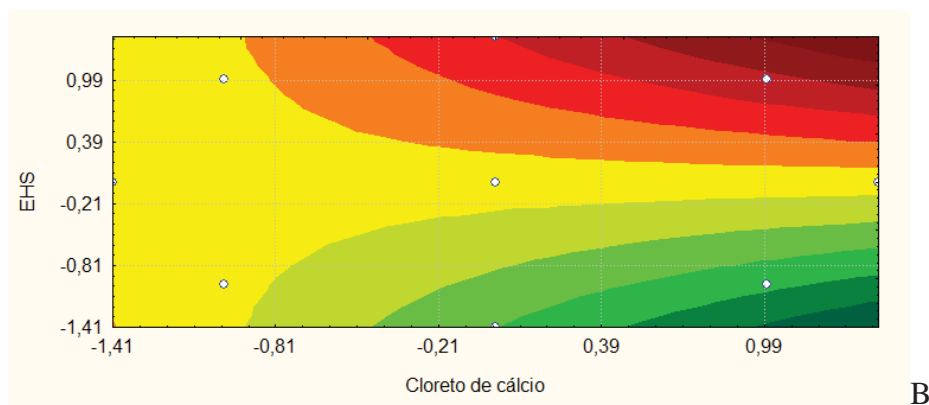
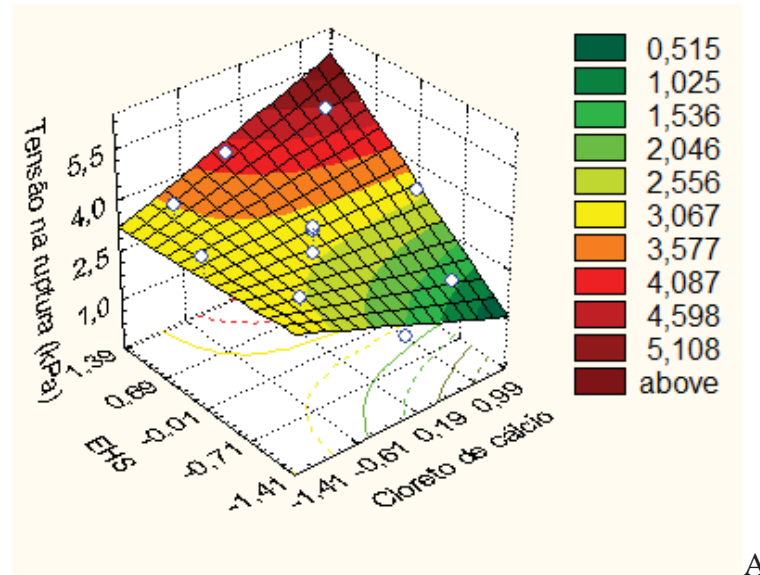


Figura 4.4. Superfície de Resposta (A) e curva de nível (B) para prever a Tensão na Ruptura de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2^2 .

O modelo matemático codificado (EQUAÇÃO 6), obtido a partir do planejamento experimental fatorial 2^2 , descreve o comportamento da Tensão na Ruptura de queijos tipo ricota adicionados de EHS e cálcio. Este modelo é estatisticamente válido ao nível de confiança de 95%, sendo que a relação do F_{cal}/F_{tab} foi de 2,50. O coeficiente de determinação do modelo matemático foi 0,79.

$$\sigma(\text{ruptura}) = 2,811 + (0,899 \times S) + (0,774 \times S \times C) \quad (\text{EQUAÇÃO 6})$$

Onde: $\sigma(\text{ruptura})$ = Tensão na Ruptura (kPa)

S= níveis codificados de EHS

C= níveis codificados de cloreto de cálcio

A superfície de resposta (Figura 4.5A) mostra que os maiores valores de Energia na Ruptura foram observados em altas concentrações de EHS e cloreto de cálcio, no entanto quando maior a concentração do sal e redução de EHS, menor a Energia. A curva de nível (Figura 4.5B) mostra com maior clareza a discussão do efeito das variáveis independentes na Energia na ruptura.

O modelo matemático codificado (EQUAÇÃO 7), obtido a partir do planejamento experimental fatorial 2^2 , descreve o comportamento da Energia na Ruptura de queijos tipo ricota adicionado de EHS e cálcio. Este modelo é estatisticamente válido ($p < 0,05$), sendo que a relação do $F_{\text{cal}}/F_{\text{tab}}$ foi de 9,23. O coeficiente de determinação do modelo matemático foi 0,97.

$$E(\text{ruptura}) = 0,045 - (0,006 \times C) + (0,004 \times C^2) + (0,013 \times S) + (0,011 \times S \times C) \quad (\text{EQUAÇÃO 7})$$

Onde E(ruptura)=Energia na Ruptura (J)

S= níveis codificados de EHS

C= níveis codificados de cloreto de cálcio

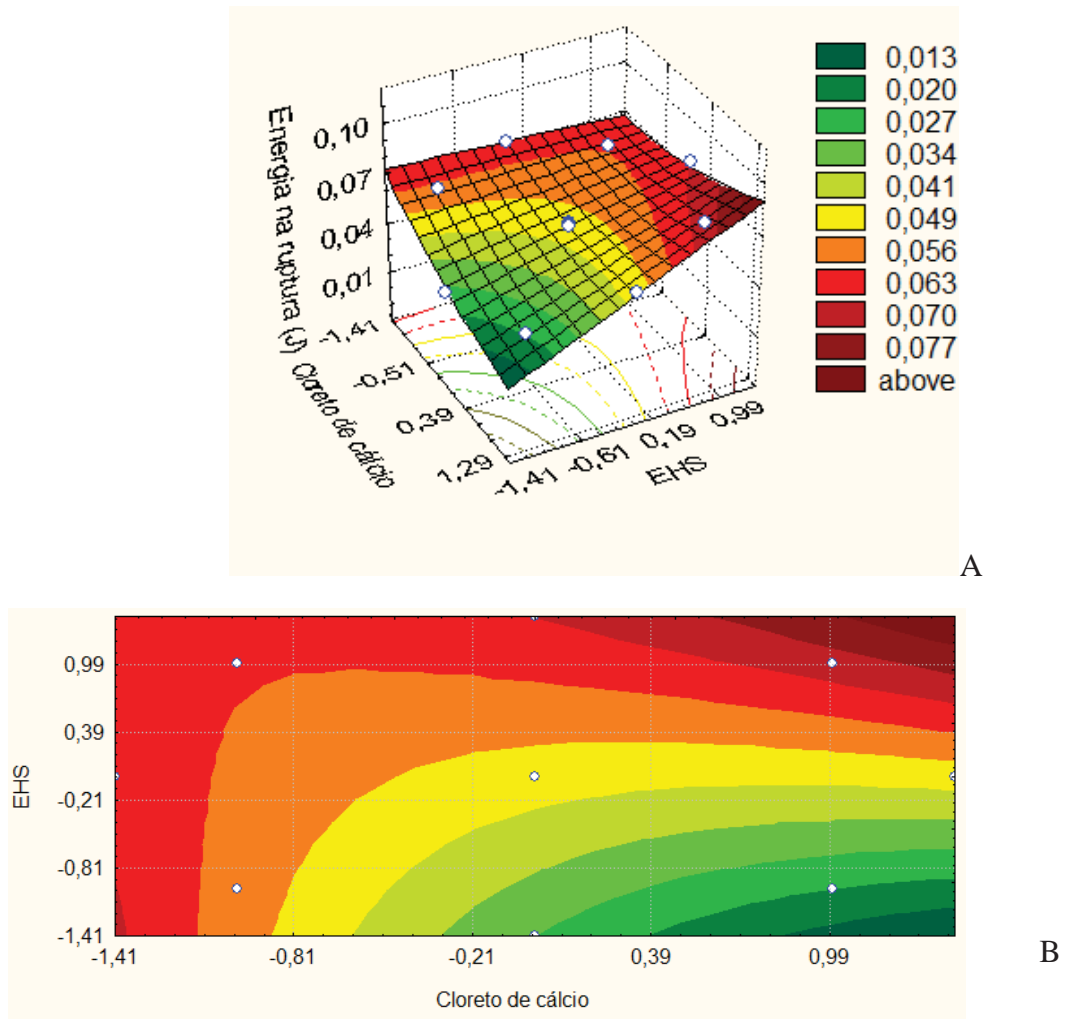


Figura 4.5. Superfície de Resposta (A) e curva de nível (B) para prever a Energia na Ruptura de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2^2 .

A Deformação de Hencky na Ruptura é um parâmetro de textura que está relacionado à elasticidade do produto. O efeito da adição de EHS sobre a Deformação dos queijos está apresentado na Figura 4.6.

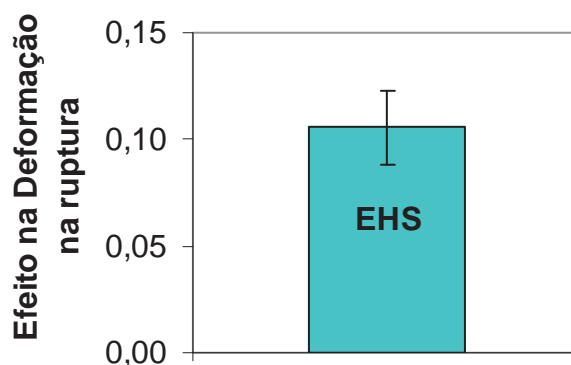


Figura 4.6. Efeito estimado da adição de extrato hidrossolúvel de soja na Deformação de Hencky na Ruptura de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2^2 .

A adição de cloreto de cálcio aparentemente não influenciou na Deformação e, portanto não alterou a elasticidade dos queijos produzidos. Estudos relataram que a adição de CaCl_2 em géis de Concentrado Protéico de Soro, diminuiu ligeiramente a elasticidade da rede do gel (LUVIELMO; ANTUNES, 2002), no entanto, nos queijos tipo ricota produzidos com adição de EHS isso não pode ser notado, já que a influência das ligações das proteínas da soja foi determinante na elasticidade.

As ligações entre as proteínas da soja demonstram comportamento mais elástico e isso pode ser observado em seus derivados, como o tofu. Por isso, quanto maior a concentração de EHS na produção do queijo, mais elástico e moldável ele será. Isso pode ser observado na superfície de resposta (Figura 4.7A), em que os maiores valores de Deformação de Hencky foram observados em altas concentrações de EHS. A curva de nível (Figura 4.7B) mostra com maior clareza a discussão do efeito das variáveis independentes da deformação da rede protéica.

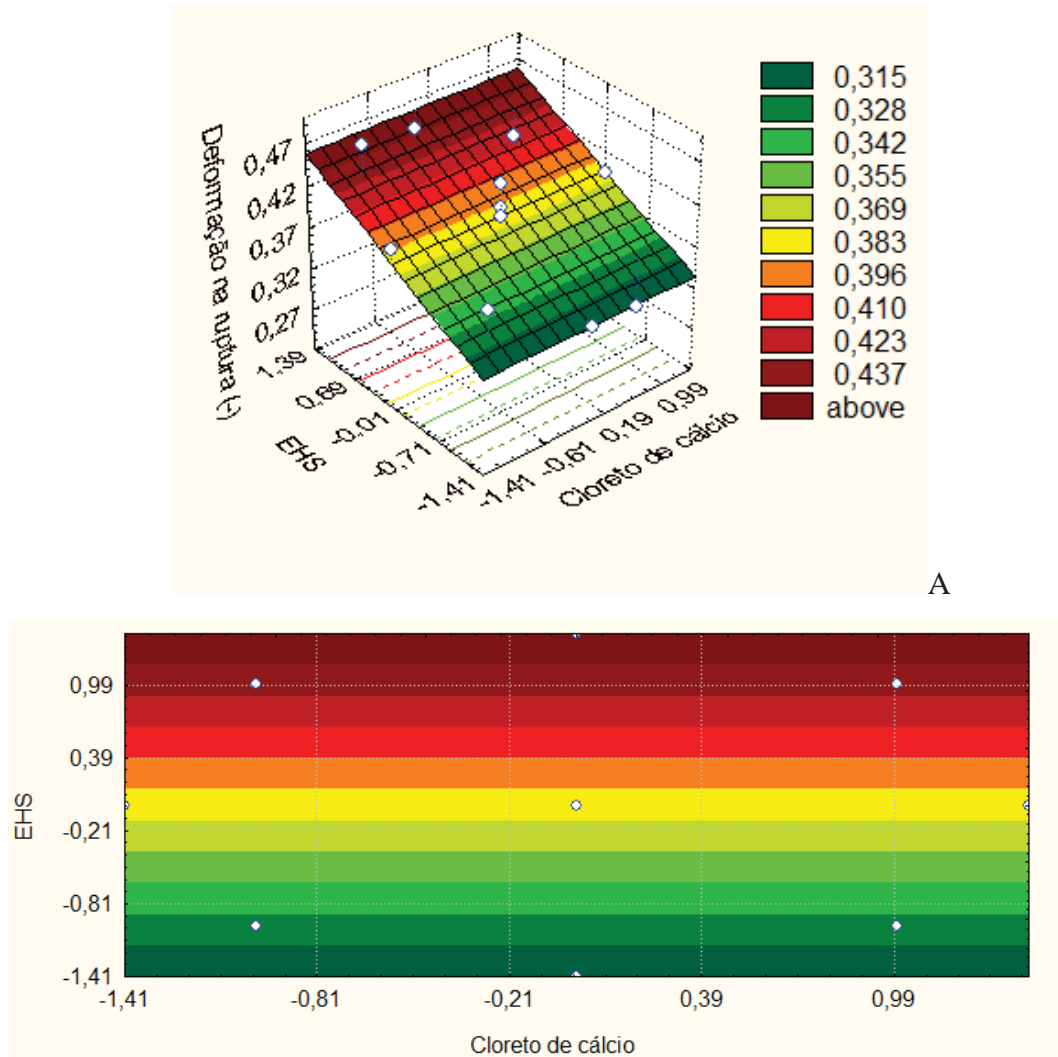


Figura 4.7. Superfície de Resposta (A) e a curva de nível (B) para prever a Deformação na de Hencky na Ruptura de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2^2 .

O modelo matemático codificado (EQUAÇÃO 8), obtido a partir do planejamento experimental fatorial 2^2 , descreve o comportamento da Deformação de Hencky de queijos tipo ricota adicionados de EHS e cálcio. Este modelo foi estatisticamente válido ao nível de confiança de 95%, sendo que a relação do F_{cal}/F_{tab} foi de 1,54. O coeficiente de determinação do modelo matemático foi 0,65.

$$\epsilon_H = 0,376 + (0,053 \times S) \quad \text{(EQUAÇÃO 8)}$$

Onde: ϵ_H = Deformação de Hencky (-)

S= níveis codificados de EHS

A Tensão na Desintegração representa a força aplicada sobre a área do queijo necessária para amassar a amostra após a ruptura, em uma deformação de 80% em relação à altura inicial da amostra. Esse parâmetro demonstra como são as características das interações entre as proteínas e seus agregados ou flocos que constituem a rede do gel que forma o queijo. A Tensão na ruptura se difere da Tensão na Desintegração, pois um produto pode ter maior dureza na sua superfície (casca) e no entanto ser suculento ou cremoso por dentro, ou seja, a estrutura do produto pode ser heterogênea ou homogênea.

Os efeitos na Tensão de Desintegração foram sinérgicos para o EHS e a interação entre adição de EHS e cloreto de cálcio (FIGURA 4.8).

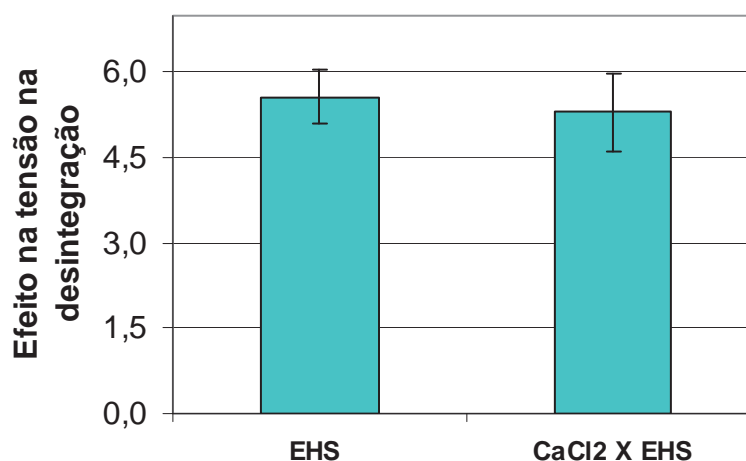


Figura 4.8. Efeitos estimados da adição de extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e, da interação da adição de cloreto de cálcio (CaCl_2) e EHS, sobre a Tensão de Desintegração de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2^2 .

Esses mesmos efeitos também foram observados na Tensão na Ruptura, no entanto em menor intensidade. As ligações que permanecem após a ruptura são ligações fortes como ligações dissulfeto, e quanto maior a adição de EHS e de íons de cálcio, maior a possibilidade de formação desse tipo de ligação. A superfície de resposta codificada (Figura 4.9A) para prever que os maiores valores de Tensão na Desintegração foram observados em altas concentrações de EHS e de cloreto de cálcio. A curva de nível (Figura 4.9B) mostra com maior clareza a discussão do efeito das variáveis independentes na Tensão de Desintegração.

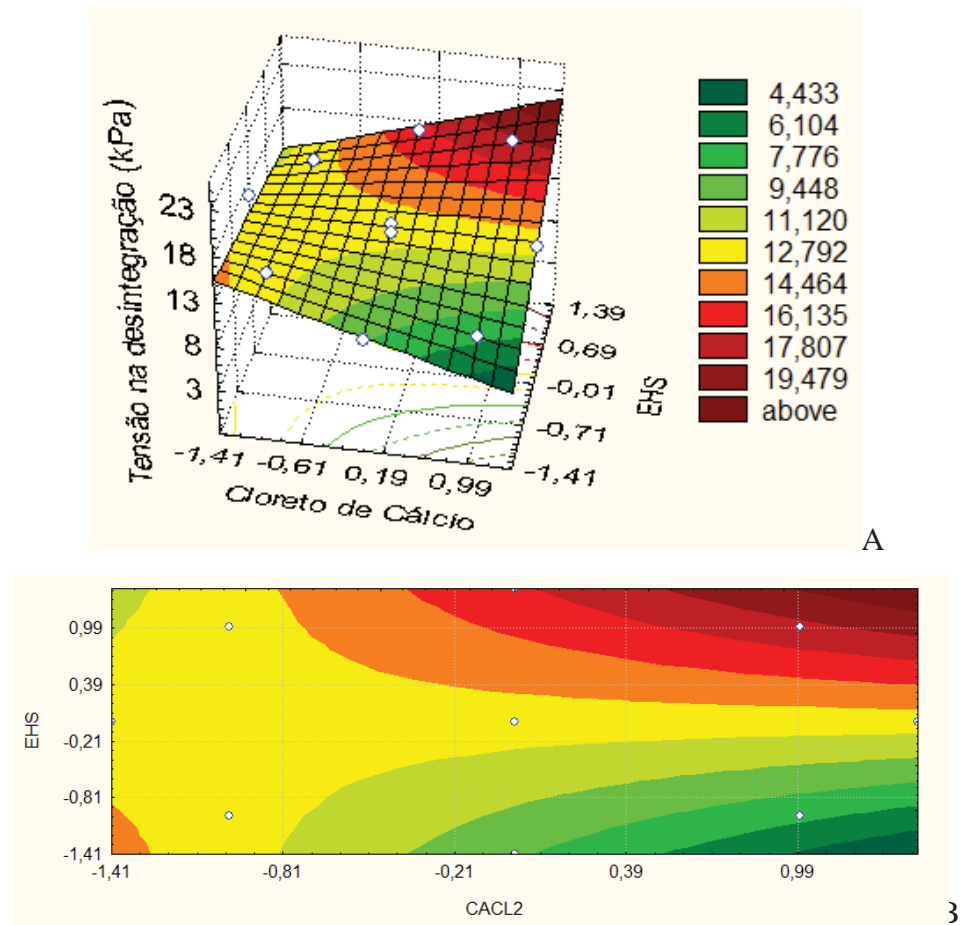


Figura 4.9. Superfície de Resposta (A) e a curva de nível (B) para prever a Tensão na Desintegração de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2^2 .

Os resultados obtidos dos queijos tipo ricota produzidos com adição de EHS e cálcio foram significativos ($p < 0,05$) com coeficiente de determinação 0,92. A relação F_{cal}/F_{tab} foi igual a 9,41. O modelo matemático codificado (EQUAÇÃO 9) obtido a partir do planejamento experimental fatorial 2^2 , descreve o comportamento da Tensão na Desintegração de queijos tipo ricota adicionados de EHS e cálcio.

$$\sigma(\text{de sin te gra ção}) = 11,956 + (2,785 \times S) + (2,650 \times C \times S) \quad (\text{EQUAÇÃO 9})$$

Onde $\sigma(\text{de sin te gra ção})$ = Tensão na Desintegração

S= níveis codificados de Extrato Hidrossolúvel de Soja

C= níveis codificados de Cloreto de Cálcio

A Energia na Desintegração indica o trabalho necessário para realizar o amassamento da amostra, após a ruptura. Os efeitos significativos ($p < 0,05$) sobre a Energia na Desintegração foram o cloreto de cálcio, o EHS e a interação dessas duas variáveis (FIGURA 4.10).

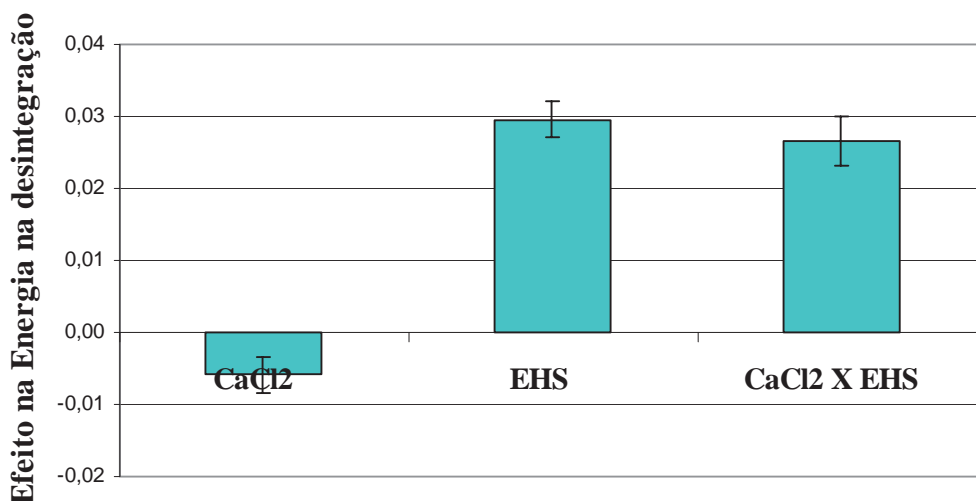


Figura 4.10. Efeitos estimados da adição de cloreto de cálcio (CaCl_2), da adição de extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e da interação entre eles, sobre a Energia na Desintegração de queijos tipo ricota produzidos pelo planejamento experimental fatorial 2^2 .

Assim como antes da ruptura, o aumento de cloreto de cálcio provoca um efeito negativo na Energia na Desintegração. Os íons Ca^{2+} são mais reativos e se ligam as proteínas, inibindo as interações entre elas. Com isso os coágulos ficam mais frágeis. Considerando que os resultados de antes e após a ruptura foram semelhantes, indica uma estrutura homogênea do produto. A superfície de resposta codificada que prediz o modelo está apresentado na Figura 4.11.

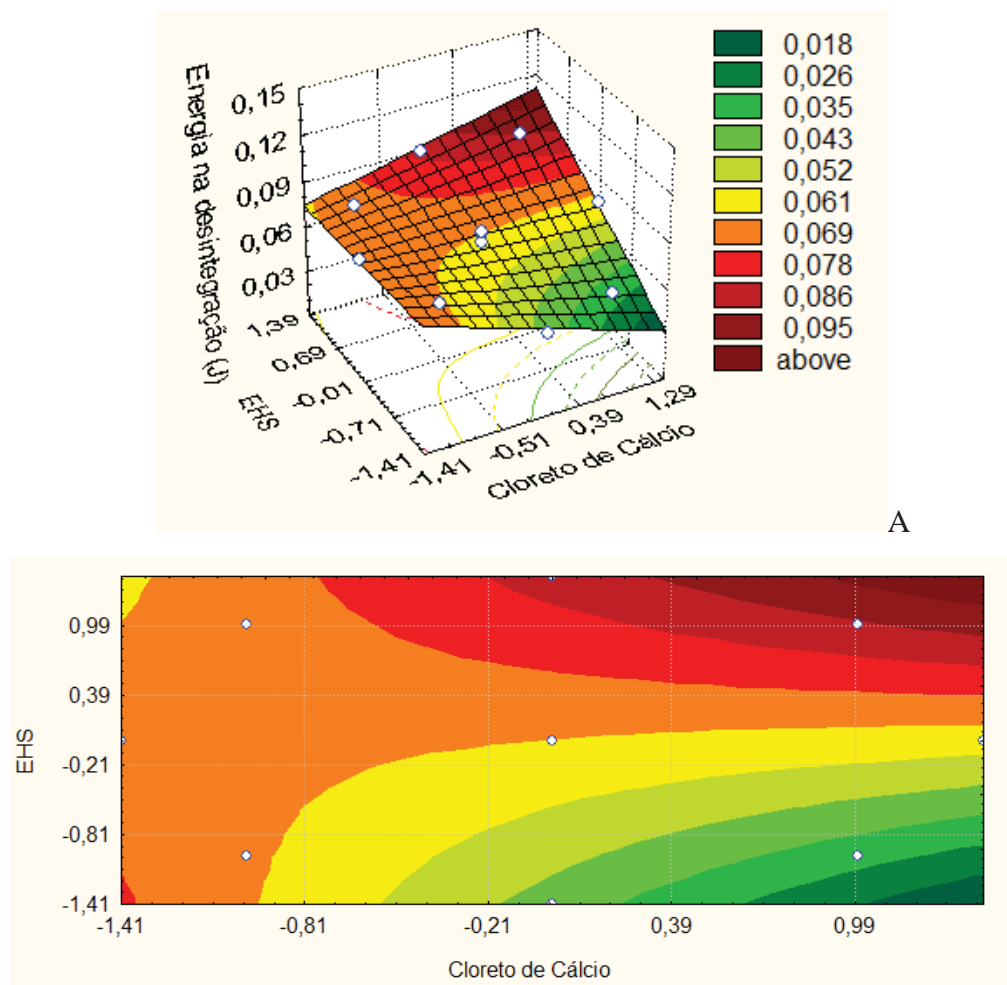


Figura 4.11. Superfície de Resposta (A) e a curva de nível (B) para prever a Energia na Desintegração de queijos tipo ricota, em função da adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio.

Os resultados de Energia na Desintegração dos queijos foram significativos à um nível de significância de 5%, com coeficiente de determinação de 0,97. A relação F_{cal}/F_{tab} foi igual a 15,28. O modelo matemático válido ($p < 0,05$) é apresentado na equação 10.

$$E(\text{desintegração}) = 0,06 - (0,003 \times C) + (0,015 \times S) + (0,013 \times S \times C) \quad (\text{EQUAÇÃO 10})$$

Onde: E (desintegração)= Energia na Desintegração

S= níveis codificados de Extrato Hidrossolúvel de Soja

C= níveis codificados de Cloreto de Cálcio

4.3.3 RENDIMENTO

Apenas a adição de EHS produziu efeito antagonístico na relação L/kg (FIGURA 4.12). Conforme aumenta a adição de EHS na mistura inicial para a produção do queijo tipo ricota, menor é o volume gasto para a produção de um quilo de queijo. Ou seja, se gastou menor volume de mistura para produção, maior é o rendimento. Ao adicionar outro tipo de fonte protéica como ingrediente na produção de queijos, também pode haver mudanças nas características físicas e químicas e no rendimento do produto final. Em estudo de Neves-Souza, Silva (2005) adicionando extrato hidrossolúvel de soja no leite para a produção de queijo minas frescal, observou-se um aumento de 72,33 para 77,41% na retenção de proteínas no queijo quando comparados com os queijos tradicionais, e conseqüentemente maior retenção de sólidos totais e rendimento.

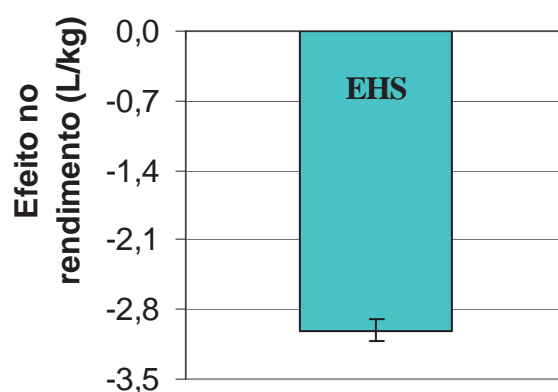


Figura 4.12. Efeito estimado da adição de extrato hidrossolúvel de soja (EHS) sobre o rendimento (L/kg) de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2^2 .

A superfície de resposta codificada (Figura 4.13A) prediz que os maiores valores da relação L/kg, estão na região onde há menos adição de EHS. A curva de nível (Figura 4.13B) mostra com maior clareza a discussão do efeito das variáveis independentes no rendimento.

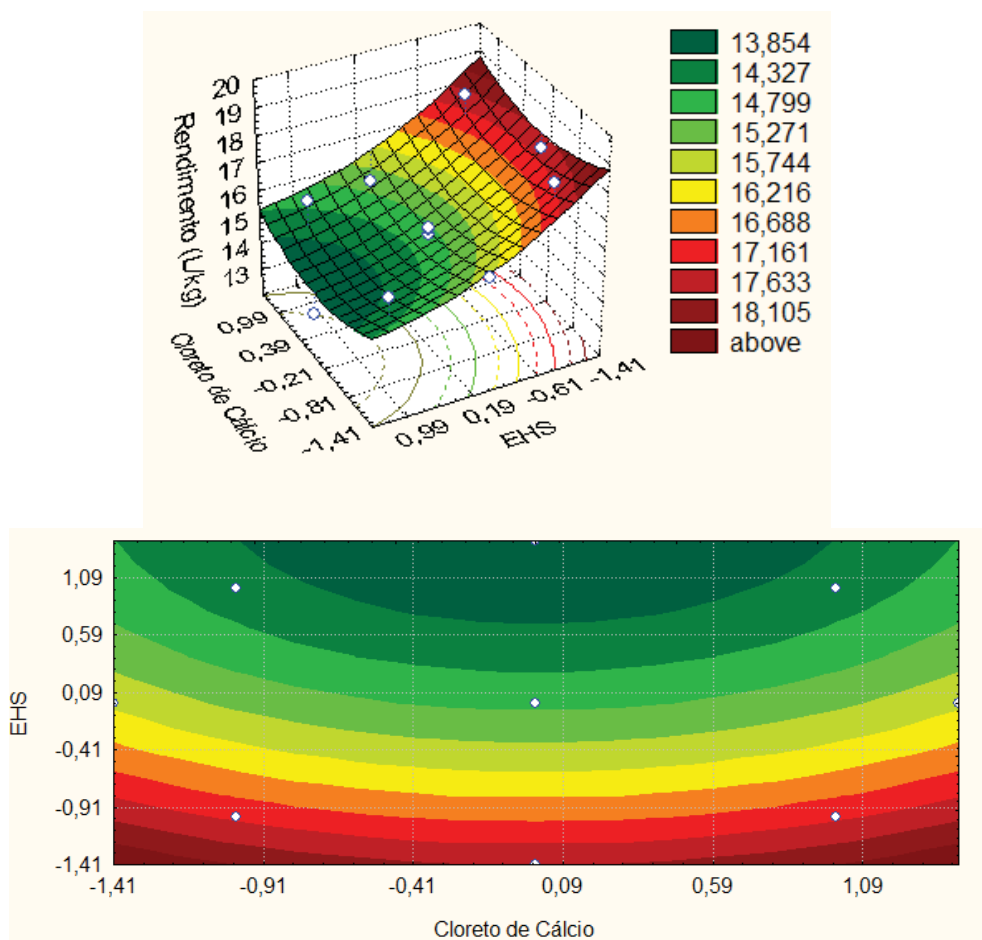


Figura 4.13. Superfície de Resposta (A) e a curva de nível (B) para prever o rendimento de queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja e cloreto de cálcio pelo planejamento experimental fatorial 2^2 .

Os resultados de rendimento obtiveram diferenças significativas a um nível de significância de 5%, com um $F_{cal}/F_{tab}=1,27$. O coeficiente de determinação foi 0,77 e o modelo matemático codificado (EQUAÇÃO 11), obtido a partir do planejamento experimental fatorial 2^2 , descreve o comportamento do Rendimento (L/kg) de queijos tipo ricota adicionados de EHS e cálcio.

$$RENDIMENTO(L/kg) = 14,69 + (0,48 \times C^2) - (1,50 \times S) + (0,41 \times S^2) \quad (\text{EQUAÇÃO 11})$$

Onde S= níveis codificados do Extrato Hidrossolúvel de soja

C= níveis codificados de Cloreto de cálcio.

4.4 CONCLUSÃO

A adição de extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e de cloreto de cálcio não influenciou na coloração dos queijos nos parâmetros de Luminosidade, °Hue e Índice de Cromo. Os queijos tiveram cor próxima ao amarelo, de intensidade fraca ou acromática. Na textura dos queijos, a adição de EHS deixou o queijo mais duro, demonstrado pelos efeitos na Tensão e Energia na Ruptura. A adição do cálcio teve efeito negativo sobre a Energia de ruptura, pois seus íons preenchem alguns sítios ativos das proteínas, formando coágulos menores e fazendo com que o gel fique mais fraco. Já a deformação foi influenciada positivamente apenas pela adição de EHS, que tornou os queijos mais elásticos. Após a ruptura, os resultados se repetiram, demonstrando uma estrutura homogênea do produto. E apenas o efeito da adição de EHS foi determinante no aumento do rendimento.

Com isso, conclui-se que adicionar proteínas de soja na produção de queijos tipo ricota tornam o produto com textura mais consistente e elástica, com aumento de rendimento, sem necessariamente modificar a cor. Entretanto, a adição de cálcio isoladamente, apesar da sua retenção no queijo, o que é importante nutricionalmente, torna o queijo mais frágil. A adição tanto de EHS quanto de cálcio, produz um queijo tipo ricota mais firme e elástico, de maior valor nutricional devido as proteínas da soja e cálcio, e ainda melhor rendimento.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, A. E. C.; MOTTA, E. M. P.; ANTUNES, A. J. Perfil de textura e capacidade de retenção de água de géis ácidos de concentrado protéico de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, suppl.0, 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998**. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes), constantes do anexo desta Portaria. Brasília, DF: ANVISA 1998. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/9180ca00474581008d31dd3fbc4c6735/PORTARIA_27_1998.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 20/09/2012.

BARBUT, S.; FOEGEDING, E. A. Ca⁺² Induced gelation of pre-heated whey protein isolate. **Journal of Food Science**, v. 58, n. 4, p. 867-871, 1993.

BOATTO, D. A.; MESOMO, M. C.; MADRONA, G.S.; BRANCO, I.G.; MATUMOTO-PINTRO, P. T. Desenvolvimento e caracterização de queijo tipo petit suisse de soja comum e de soja livre de lipoxigenase, enriquecidos com cálcio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 766-770, 2010.

CARNEIRO, H.; RODRIGUES, P. V. Como transformar excedente do leite em boa fonte de renda: Produção de ricota. **Panorama do Leite**, Centro de Inteligência do Leite, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG n. 40, 2010. Disponível em: <http://www.cileite.com.br/panorama/produtos40.html>. Acesso em: 05/10/10.

CERESER, N.D.; ROSSI JUNIOR, O.D.; MARCHI, P.G.F.; SOUZA, V.; CARDOZO, M. V.; MARTINELLI, T. M. Avaliação da qualidade microbiológica da ricota comercializada em supermercados do estado de São Paulo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 149-155, 2011.

CIABOTTI, S.; BARCELLOS, M. F. P.; MANDARINO, J. M. G.; TARONE, A. G. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de Lipoxigenase. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 920-929, 2006.

CIABOTTI, S.; BARCELLOS, M. F. P.; CIRILLO, M. A.; PINHEIRO, A. C. M. Propriedades tecnológicas e sensoriais de produto obtido pela adição de soro de leite ao extrato de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 346-353, 2009.

FERREIRA, A. C. **Uso do açafrão (*Curcuma longa* L.) na redução de staphylococcus aureus ATCC 12600 em ricota**. 2003. 76 p. Dissertação (Mestre em Ciência dos Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. M. **Tecnologia de Queijos: Manual Técnico para a Produção Industrial de queijos**. São Paulo: Ed. Dipemar, 1994. 118 p.

GRANATO, D.; MASSON, M. L. Instrumental color and sensory acceptance of soy-based emulsions: a response surface approach. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 1090-1096, 2010.

LUVIELMO, M. M.; ANTUNES, A. J. Influência da adição de íons Ca^{++} e Mg^{++} na dureza de géis de concentrado proteico de soro de leite bovino. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 205-209, 2002.

MAIA, S. R. **Uso da *curcuma longa* L., na redução de *Escherichia coli* (ATCC 25922) e *enterobacter aerogenes* (ATCC 13048) em ricota**. 2003. 63 p. Dissertação (Mestre em Ciência dos Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

NEVES-SOUZA, R. D.; SILVA, R. S. S. F. Estudo de custo-rendimento do processamento de queijos tipo minas frescal com derivado de soja e diferentes agentes coagulantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 170-174, 2005.

PACHECO, M. T. B.; DIAS, N. F. G.; BALDINI, V. L.; TANIKAWA, C.; SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais de hidrolisados obtidos a partir de concentrados protéicos de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 333-338, 2005.

PICONE, C.; TAKEUCHI, K. P.; CUNHA, R. L. Heat-Induced whey protein gels: effects of pH and addition of sodium caseinate. **Food Biophysics**, v. 6, p. 77-83, 2011.

REN, C.; TANG, L.; ZHANG, M.; GUO, S. Interactions between whey soybean protein (WSP) and beta-conglycinin (7S) during the formation of protein particles at elevated temperatures. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 936-941, 2009.

RIBEIRO, A. C.; MARQUES, S. C.; SODRÉ, A. F.; ABREU, L. R.; PICCOLI, R. H. Controle Microbiológico da vida de prateleira de ricota cremosa. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 113-117, 2005.

RINALDI, M.; CHIAVARO, E.; MASSINI, R. Pecorino of Appennino Reggiano cheese: evaluation of ripening time using selected physical properties. **Italian Journal of Food Science**, n. 1, vol. 22, 2010.

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

SILVA, M. F.; TREICHEL, H. Aproveitamento de soro de leite para a produção de polissacarídeos. **Vivências**, Erechim, v. 1, ano 2, n° 3, p. 213-228, 2006.

SOUTA, A. F. C.; LIMA, D. P.; VELOSO, K. N. C.; PORTO, C. Processo de fabricação, armazenamento, transporte e análise sensorial da ricota. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia**, Tocantins, Campus de Paraíso do Tocantins. 2009.

5 CONCLUSÃO GERAL

Conclui-se que a adição de leite na produção do queijo tipo ricota, principalmente de forma extrapolada, altera as características físicas e químicas do queijo tipo ricota, como textura, rendimento e pH, levando muitas vezes o consumidor a confundir as características específicas e únicas desse tipo de queijo. Pela composição centesimal os valores encontrados para os queijos em que a adição de leite proporcional ao soro foi de 20 e 35%, se assemelharam aos queijos comercializados, caracterizando que os queijos de algumas marcas podem estar na eminência ou ultrapassando aos limites de adição de leite estabelecidos pela legislação vigente.

Os resultados obtidos dos queijos tipo ricota produzidos com adição de extrato hidrossolúvel de soja (EHS), variando a acidez inicial, mostraram que as variáveis influenciam no rendimento e na textura. Quanto maior a adição de EHS e aumento da acidez inicial da mistura, antes do processo, dentro dos intervalos avaliados neste trabalho, maior foi o rendimento no final. No entanto, a acidez influenciou no tipo de ligações formadas entre as proteínas (soro e soja), formando ligações fracas. Por isso, as variáveis não influenciaram na dureza (Tensão de Ruptura), mas tornou os queijos mais flexíveis e deformáveis (Deformação de Henky). O controle da acidez juntamente com a agregação de proteínas de outros tipos pode ser interessante para produzir queijos a base de soro de leite que possam ter um melhor rendimento, altos níveis de proteínas, várias propriedades fisiológicas funcionais, sem entretanto, tornar o queijo mais duro, e podendo torna-lo até mais elástico.

A adição de extrato hidrossolúvel de soja (EHS) e de cloreto de cálcio não influenciou na coloração dos queijos nos parâmetros de Luminosidade, °Hue e Índice de Cromo. Na textura dos queijos, a adição de EHS deixou os queijos mais duros e elásticos, já a adição de cálcio, deixou os queijos mais quebradiços, frágeis. Após a ruptura, os resultados se repetiram, demonstrando uma estrutura homogênea do produto. E apenas o efeito da adição de EHS foi determinante no aumento do rendimento. Conclui-se que adicionar proteínas de soja na produção de queijos tipo ricota tornam o produto com textura mais consistente e elástica, com aumento de rendimento, sem necessariamente modificar a cor. Entretanto, a adição de cálcio isoladamente, apesar da sua retenção no queijo, o que é importante nutricionalmente, torna o queijo mais frágil. A adição tanto de EHS quanto de cálcio, produz um queijo tipo ricota mais firme e elástico, de maior valor nutricional devido as proteínas da soja e cálcio, e ainda melhor rendimento.