

**TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO E
CARACTERIZAÇÃO DE QUEIJO DE
COALHO OBTIDO DE LEITE DE BÚFALA**

RENATA GOLIN BUENO COSTA

2007

RENATA GOLIN BUENO COSTA

**TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE QUEIJO
DE COALHO OBTIDO DE LEITE DE BÚFALA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação “Strictu Sensu” em Ciência dos Alimentos,
para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Luiz Ronaldo de Abreu

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2007**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Costa, Renata Golin Bueno.

Tecnologia de fabricação e caracterização de queijo de coalho obtido de
leite de búfala / Renata Golin Bueno Costa. -- Lavras : UFLA, 2007.

89 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2007.

Orientador: Luiz Ronaldo de Abreu.

Bibliografia.

1. Laticínios. 2. Queijos. 3. Rendimento. 4. Análise sensorial. 5. Composição
físico-química. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 637.3

RENATA GOLIN BUENO COSTA

**TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE QUEIJO
DE COALHO OBTIDO DE LEITE DE BÚFALA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação “Strictu Sensu” em Ciência dos
Alimentos, para a obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 17 de agosto de 2007

Prof. Dr. Fernando Antônio Resplande Magalhães	EPAMIG
Profa. Ph.D. Edna Froeder Arcuri	EMBRAPA
Profa. Dra. Sandra Maria Pinto	UFLA
Prof. Dr. Carlos José Pimenta	UFLA

Prof. Dr. Luiz Ronaldo de Abreu
UFLA
(orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

**Ofereço aos meus pais, ao meu marido Luiz Carlos Júnior e aos meus filhos,
Luiza e Henrique.**

“A verdadeira felicidade não consiste em ter muito,
mas em contentar-se com pouco” (Santo Agostinho).

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela Sua presença em minha vida e as bênçãos que derrama todos os dias.

A minha família, pelo incentivo e carinho.

Aos meus pais, pelo apoio constante e sacrifício realizado para que eu pudesse terminar meus estudos e também pelo amor dedicado.

Ao Luiz Carlos Júnior, meu marido e, além de tudo, meu companheiro, pelo incentivo e apoio incondicional no trabalho e na minha vida.

Aos meus pimpolhos, Luiza e Henrique, que me estimulam a continuar e pelos momentos de descontração e felicidade que compartilhamos.

Ao orientador e grande amigo, Professor Luiz Ronaldo, pelo apoio incondicional na orientação deste trabalho e pela amizade demonstrada sempre.

Ao amigo, professor Fernando Magalhães, pelo auxílio na análise sensorial do trabalho experimental e por sua amizade.

Aos professores Edna Arcuri, Sandra Pinto e Carlos Pimenta, pela participação e grande contribuição ao trabalho.

Ao Laticínio Bom Destino, aos funcionários que contribuíram para a execução do trabalho e ao proprietário João Batista, que permitiu que o trabalho fosse desenvolvido em suas instalações sem nenhum empecilho.

Ao Laticínio Verde Campo, em especial ao amigo Alessandro Rios, pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho e aos funcionários do laticínio, que sempre se mostraram prestativos em me ajudar durante o trabalho.

Ao Laticínio Luli Tati que possibilitou o conhecimento da fabricação do queijo de coalho em sua instalação.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

À UFLA e, em especial, ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de realização do doutorado.

A Chr. Hansen, pelo apoio prestativo na forma de envio de materiais e, em especial, ao amigo Eduardo Dutra, pela disposição em ajudar sempre.

Aos laboratoristas e funcionários do DCA, pela colaboração e, em especial, a Cleuza, pela ajuda e apoio durante a execução deste trabalho.

Aos colegas da pós-graduação, pelos momentos de convivência, amizade e apoio.

Ao amigo Renato Lima, pela orientação na parte estatística do experimento.

Ao amigo Valdomiro, pela contribuição no trabalho, coletando e transportando o leite de búfala e pelo material disponibilizado.

Enfim, a todas as pessoas que, de forma direta ou indireta, sempre estiveram presentes, seja em qualquer etapa da realização deste curso, meu sincero muito obrigado.

BIOGRAFIA

Renata Golin Bueno Costa, natural de Presidente Prudente, SP, graduou-se Engenheira de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em dezembro de 1997.

Após a conclusão do curso, trabalhou em Juiz de Fora, MG, no Centro Regional de Inovação e Transferência de Tecnologia (CRITT) situado na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), onde atuou como gerente do Núcleo Agro-Alimentar, prestando consultoria para empresas de alimentos da região. Em 2001, concluiu o curso de especialização (lato sensu) em Tecnologia de Leite e Derivados na UFJF/Instituto de Laticínios Cândido Tostes, da EPAMIG.

Ingressou no Mestrado na Universidade Federal de Lavras, em Ciências dos Alimentos no primeiro semestre de 2003, concluindo-o em julho de 2004 e fazendo a mudança de nível para o Doutorado em Ciências dos Alimentos, na UFLA.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Bubalinocultura.....	4
2.1.1 Exploração leiteira.....	9
2.1.2 Leite de búfala.....	10
2.2 Queijo de coalho	14
2.3 Tecnologia de fabricação de queijo de coalho.....	17
2.4 Modificações ocorridas durante a fabricação e o armazenamento.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Localização.....	26
3.2 Delineamento e tratamento estatístico dos dados.....	26
3.3 Padronização de tecnologia de fabricação para a fabricação de queijo de coalho de leite de búfala.....	29
3.4 Controle de qualidade do leite de búfala para fabricação.....	30
3.5 Pasteurização do leite de búfala.....	30
3.6 Coleta de amostra do leite de búfala.....	30
3.7 Análises físicas, químicas e físico-químicas realizadas no leite de búfala pasteurizado.....	31
3.8 Coleta de amostra de soro.....	31
3.9 Análises físicas, químicas e físico-químicas realizadas no soro.....	31
3.10 Coleta de amostras de queijos.....	32
3.11 Estocagem dos queijos.....	32

3.12 Amostragem dos queijos durante a estocagem.....	33
3.13 Análises realizadas nas amostras de queijos.....	33
3.14 Rendimento de fabricação.....	34
3.15 Análise sensorial.....	35
3.15.1 Perfil sensorial por análise descritiva quantitativa modificada (ADQM).....	35
3.15.2 Teste de aceitação.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 Fase I.....	39
4.1.1 Fabricação do queijo com leite de vaca.....	39
4.1.2 Ensaio 1.....	40
4.1.3 Ensaio 2.....	43
4.1.4 Ensaio 3.....	45
4.1.5 Ensaio 4.....	46
4.2 Fase II.....	47
4.2.1 Tecnologia proposta para fabricação de queijo de coalho com leite de búfala.....	47
4.2.2 Composição física, química e físico-química do leite de búfala cru.....	51
4.2.3 Composição física, química e físico-químicas do leite de búfala pasteurizado.....	53
4.2.4 Composição física, química e físico-químicas do soro coletado 15 minutos após o corte da coalhada.....	55
4.2.5 Composição centesimal do queijo de coalho.....	56
4.2.6 Acompanhamento do pH dos queijos durante a estocagem.....	59
4.2.7 Acompanhamento da proteólise durante a estocagem.....	61
4.2.7.1 Extensão da proteólise (relação %NS _{pH 4,6} /NT).....	61
4.2.7.2 Profundidade da proteólise (relação %NS _{TCA12%} /NT).....	63

4.2.8 Acompanhamento da degradação da lactose durante a estocagem....	65
4.2.9 Rendimento das fabricações.....	66
4.2.9.1 Rendimento, em L/kg.....	66
4.2.9.2 Produção ajustada.....	67
4.2.9.3 Rendimento técnico	69
4.2.9.3.1 Rendimento técnico – método empírico.....	69
4.2.9.3.1 Rendimento técnico – método técnico.....	70
4.2.10 Atributos sensoriais.....	70
4.2.10.1 Aspecto global.....	70
4.2.10.2 Cor externa.....	71
4.2.10.3 Odor característico.....	71
4.2.10.4 Resistência ao derretimento.....	72
4.2.10.5 Textura.....	72
4.2.10.6 Ranger ao mastigar.....	73
4.2.10.7 Gosto salgado.....	74
4.2.10.8 Gosto ácido.....	74
4.2.10.9 Sabor.....	75
4.2.10.10 Coeficiente de correlação entre os atributos de qualidade sensorial.....	76
4.2.11 Teste de aceitação.....	78
5 CONCLUSÕES.....	79
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

RESUMO

COSTA, Renata Golin Bueno. **Tecnologia de fabricação e caracterização de queijo de coalho obtido de leite de búfala**. 2007. 89p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

O queijo de coalho é um dos mais populares na região Nordeste do Brasil e, a cada ano, vem se popularizando em outras regiões do país. Por isso, a expansão de sua fabricação tem sido notória, assim como os estudos em torno desse produto que, tradicionalmente, é consumido assado na brasa ou frito. O objetivo principal deste trabalho foi padronizar uma tecnologia de fabricação de queijo de coalho a partir de leite de búfala, assim como determinar sua caracterização e identificação, visando o auxílio na criação futura de um regulamento técnico específico. Após a realização de diversos ensaios, chegou-se a uma tecnologia própria, na qual se utiliza metade da dosagem de coalho recomendada pelos fabricantes, dosagem menor de fermento láctico em comparação com queijos tradicionais visando menor queda no pH, menor tempo de mexedura da massa devido às características do leite de búfala, aquecimento indireto e salga na massa. Os queijos produzidos pela tecnologia proposta apresentaram rendimento de 5,62 L/kg, com teor de umidade de 48,70% (m/m) e com ajuste para teor médio de umidade de 46,00%, de 6,10 L/kg. O GES obtido foi 49,40% (m/m) e o pH após a fabricação foi 6,30, atingindo, ao final de 30 dias, o valor de 5,60. O bom controle do processo de produção foi comprovado pela baixa perda de gordura no soro, que foi da ordem de 15,30% da gordura do leite. Os diversos atributos sensoriais avaliados por provadores treinados indicaram bons resultados, o que foi confirmado pelo teste de aceitação realizado com consumidores potenciais desse novo produto.

Comitê Orientador: Luiz Ronaldo de Abreu - UFLA (Orientador), Fernando Antônio Resplande Magalhães – EPAMIG/CT/ILCT.

ABSTRACT

COSTA, Renata Golin Bueno. **Manufacturing technology and characterization of coalho cheese obtained from buffalo milk.** 2007. 89p. Thesis (Doctorate in Food Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.

The coalho cheese is one of the most popular in the northeast region of Brazil, and has on the last few years being known and consumed in other regions of the country. Its production is steadily increasing, as well as the number of research works evaluating its production and quality. The product is traditionally consumed either roasted fried. The main objective of this work was to standardize a manufacturing technology of coalho cheese with buffalo milk, as well as determine its physico-chemical characterization and identification which will help the Brazilian legislation to create a specific technical regulation. After some trials, it was possible determine a appropriate technology, in which it is utilized half the dose of rennet recommended by the manufacturing companies, lower dosage of starter culture (aiming slower pH decreasing), shorter steering time, indirect heating and salting in mass. The proposed technology presented cheese yield of 5,62 L/kg with a fat content of 48,70% (m/m); when moisture content was adjusted to 46,00% the yield was 6,10 L/kg. Fat in dry matter was 49,40% (m/m) and the pH, just after manufacturing, was 6,30, reaching 5,60 after 30 days. The fairly good production control was verified by the low fat loss in whey, which was in the order of 15,30% of the milk fat. The sensory properties evaluated by trained panelists indicated good results, which as confirmed by the test of acceptance made with potential consumers of the product.

*Guidance Committee: Prof. Luiz Ronaldo de Abreu – DCA/UFLA (Advisor), Fernando Antônio Resplande Magalhães – EPAMIG/CT/ILCT.

1 INTRODUÇÃO

A bubalinocultura, no Brasil, vem crescendo de forma significativa nos últimos anos. Isso ocorre em razão da rusticidade do búfalo que apresenta grande resistência, comparado aos bovinos europeus e indianos, em se adaptar a regiões de pastagens pobres, terrenos alagadiços e areiões e também apresentar melhor desempenho na produção de leite ou carne nestas regiões.

Sabidamente, o leite de búfala apresenta elevado valor nutricional devido aos altos teores de proteínas, gordura, lactose e alguns minerais, quando comparado ao leite de vaca e pode, portanto, ser consumido in natura, desde que tratado termicamente para a eliminação de patógenos ou utilizado na elaboração de produtos lácteos. Dos derivados produzidos a partir do leite de búfala, o mais conhecido é o queijo mussarela. No entanto, já existem pesquisas para a elaboração de outros produtos, como queijo frescal, queijo mussarela para pizza e iogurte.

Dentre os queijos, um dos mais populares na região Nordeste do Brasil é o queijo de coalho produzido de leite de vaca, que é tradicionalmente consumido assado na brasa ou frito. Esse queijo alcançou, nos últimos tempos, os estados da região Sudeste, marcando presença nos principais supermercados e distribuidores em São Paulo, Rio de Janeiro, além de Minas Gerais e Espírito Santo.

Apesar da intensa produção e consumo, o queijo de coalho obtido de leite de vaca ainda tem carência na tecnologia de fabricação, o que resulta, muitas vezes, em produtos de baixa qualidade, sem padronização e apresentando variações na sua composição centesimal. Um dos grandes desafios é alcançar padronização e adequação das metodologias de fabricação, visando atender a

todos os requisitos previstos na legislação atual, mas sem descaracterizar o produto, para que não haja rejeição por parte dos consumidores.

Com a crescente produção de leite de búfala, a fabricação de queijo de coalho com esta matéria-prima torna-se uma alternativa, embora sua produção seja totalmente artesanal e sem padronização alguma na fabricação. Se, para o queijo de coalho obtido de leite de vaca, que já é um produto largamente produzido, alcançar a padronização é ainda um desafio, para o leite de búfala, essas dificuldades são ainda maiores.

Por isso, com base no exposto, são necessárias pesquisas para desenvolver e padronizar a tecnologia de fabricação de queijo de coalho obtido de leite de búfala e, conseqüentemente, sua caracterização e identificação, uma vez que o produto possui mercado promissor. Além disso, a elaboração de queijo de coalho pode ser mais uma alternativa viável aos bubalinocultores e às indústrias de laticínios, principalmente aquelas situadas próximo às regiões onde o rebanho bubalino é expressivo.

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver e padronizar a tecnologia de fabricação de queijo de coalho obtido de leite de búfala, identificando-o e caracterizando-o sob aspectos físicos, químicos, físico-químicos e sensoriais, para que o mesmo possa fazer parte do regulamento técnico de identidade e qualidade de queijos.

Dentre os objetivos específicos destacam-se:

- (i) desenvolver e descrever a tecnologia de fabricação de queijo de coalho obtido de leite de búfala, partindo de tecnologia do mesmo queijo obtido de leite de vaca;
- (ii) identificar e caracterizar aspectos da composição físico-química de queijo de coalho obtido de leite de búfala;
- (iii) avaliar aspectos inerentes ao rendimento de fabricação;

- (iv) avaliar aspectos sensoriais sob diversos atributos: aspecto global, cor externa, odor característico, resistência ao derretimento, textura, ranger ao mastigar, gosto salgado, gosto ácido e sabor, além de teste de aceitação do produto;
- (v) estabelecer base para permitir a criação de um padrão de identidade e qualidade deste queijo junto a órgãos competentes; e
- (vi) gerar informações sobre a tecnologia de fabricação do queijo de coalho para as indústrias de laticínios e bubalinocultores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Bubalinocultura

Os búfalos originaram-se na África e na Ásia, tendo sua aparição ocorrido no ano 400 a.C, no Oriente Médio, entre o rio Tigre e Eufrates, Mesopotâmia, onde hoje é o Iraque (Marques & Cardoso, 1997). Os animais criados com objetivos econômicos são do gênero *Bubalus bubalis*, da família dos bóvidos. Existem duas variedades: *bubalis* (50 cromossomos) e *kerebeu* (48 cromossomos) e diversas raças, com maior ou menor aptidão para a produção de leite e carne ou para a tração e o transporte de carga (AnimalInfo, 2004).

No Brasil, o búfalo foi introduzido, no final do século dezenove, na região norte do país, na Ilha de Marajó (PA). Eram animais das raças Carabao e Mediterrâneo, procedentes do sudoeste asiático e da Itália, que foram trocados por bovinos de corte em uma embarcação da Guiana Francesa (Marques & Cardoso, 1997).

Sua grande adaptabilidade, elevada fertilidade e rusticidade despertaram o interesse de criadores, permitindo que o rebanho experimentasse uma evolução significativa. Assim, os não mais que 200 animais introduzidos no país resultaram, 70 anos depois, num rebanho estimado em 63 mil animais em 1961 (Associação Brasileira dos Criadores de Búfalo, ABCB, 2006).

O maior conhecimento de suas potencialidades e características produtivas, associadas a diversas ações promocionais desenvolvidas notadamente a partir da década de 1980, motivou acentuada expansão e disseminação da espécie para todas as regiões do país. Essa expansão ocorreu, inicialmente, com o objetivo de ocupar os chamados “vazios pecuários”, regiões em que, por suas características naturais, a pecuária bovina não se desenvolvia

bem. Posteriormente, houve o avanço de explorações com características mais profissionais. Observou-se, então, sua introdução mesmo em regiões de maior tradição pecuária bovina, onde passaram a ser explorados tanto para corte quanto para produção leiteira. Durante esse período, houve grande intercâmbio de animais entre as diversas regiões brasileiras, que assim se distribuem hoje em todos os estados do país (ABCB, 2006).

O rebanho bubalino brasileiro representa 99% do rebanho de todo o continente americano, tendo apresentado um espetacular aumento nas últimas décadas. De apenas 63 mil animais, em 1961, o rebanho bubalino brasileiro passou a 495 mil em 1980, ou seja, expressivos 10,86% de crescimento do rebanho ao ano, enquanto o rebanho bovino, no mesmo período crescia a taxas de 3,8%, entre 1980 e 2005, o rebanho bubalino apresentou menor ritmo de crescimento, atingindo 3,6% ao ano, mesmo assim, superior ao dos bovinos, que cresceu 1,9% ao ano no mesmo período (FAO, 2006). O rebanho cresceu dez vezes desde 1970, à taxa média de 13% ao ano, até 1996, quando ocorreu forte diminuição do número de cabeças, somente recuperado a partir de 2000, como apresentado na Figura 1 (FAO, 2006).

O crescimento acumulado do rebanho entre 1961 e 2005, foi de 1.806%, um índice surpreendente e sem paralelo com a evolução de outras espécies de interesse econômico exploradas no país. No Mundo, o rebanho bubalino cresceu, nos períodos de 1961-1980 e 1980-2005, respectivamente, 38% e 43% e o bovino, 29% e 11% (FAO, 2006). No entanto, segundo a ABCB (2006), as particularidades do sistema estatístico oficial do Brasil permitem, em muitas situações, que o registro de bubalinos se confunda com o de bovinos, o que resulta em uma dimensão subestimada do rebanho bubalino. Assim sendo, apesar de apontado pela FAO (2006), com dados fornecidos pelo IBGE como sendo de 1.095.000 cabeças em 2004, a Associação Brasileira dos Criadores de Búfalos (ABCB, 2006) estima, por levantamentos indiretos e avaliações de

abate/desfrute, que o rebanho bubalino brasileiro atingiu, em 2006, cerca de 3,5 milhões de animais e apresentou crescimento anual de 3% a 3,5%.

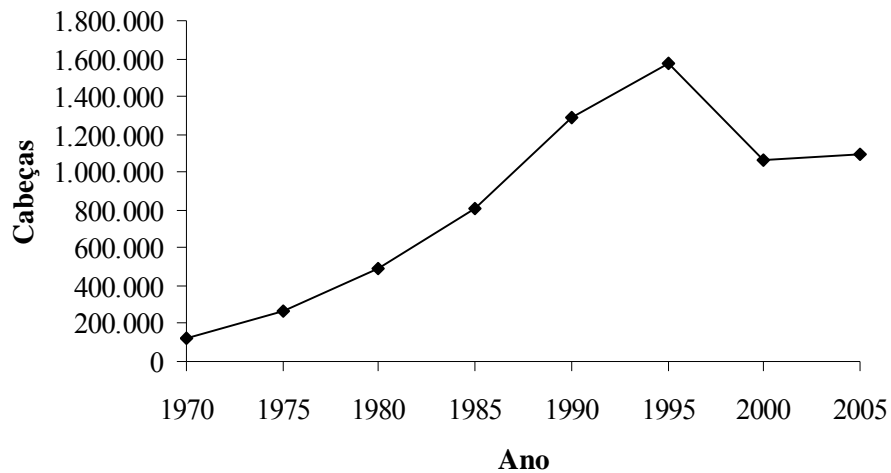


FIGURA 1 Rebanho bubalino no Brasil, de 1970 a 2005. Fonte: FAO (2006)

Os búfalos vêm sendo criados usualmente em pequenas e médias propriedades e grandes rebanhos são encontrados principalmente na região Norte. Estima-se que cerca de 25 mil estabelecimentos dediquem-se, atualmente, a sua exploração. Quanto à distribuição espacial, conforme apresentada na Figura 2, a maior parte do rebanho concentra-se na região Norte do país (62 %), sob clima tropical úmido, seguindo-se as regiões Sul (13 %), de clima subtropical e a Sudeste (10%), que apresenta maior concentração de explorações leiteiras. A região Nordeste representa 9% do rebanho bubalino, concentrado principalmente, nas suas regiões litorâneas. Por sua vez, a região Centro-Oeste,

com 6% do rebanho bubalino é, paradoxalmente, a região de maior concentração de exploração pecuária bovina destinada ao abate (IBGE, 2006; ABCB, 2006).

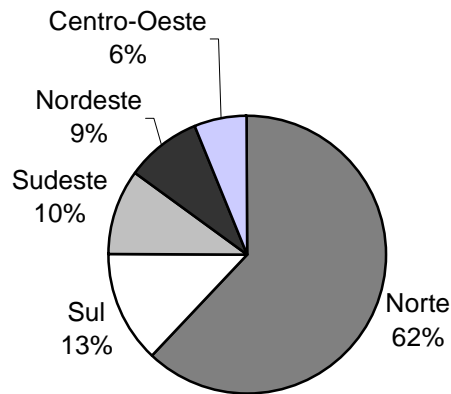


FIGURA 2 Distribuição regional do rebanho bubalino no Brasil, em 2004

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2006)

No Brasil, a exploração de búfalos, inicialmente, destinava-se fundamentalmente, à produção de carne. Porém, a partir dos anos 1980/90, verificou-se um interesse crescente pela exploração leiteira ou com duplo propósito (ABCB, 2006). A expansão da atividade foi favorecida pela superfície de mais de oito milhões de quilômetros quadrados, com cerca de 90% de território localizado na zona tropical, gerando pastagens compostas principalmente por gramíneas estivais, com maior teor de fibra bruta que as pastagens temperadas. Nesse ambiente, pode-se prever uma boa performance

dos búfalos em relação aos bovinos, por sua grande resistência e surpreendente capacidade de transformar alimentos volumosos com alto teor de fibra em leite, gordura, carne e trabalho (Yunes & Bendet, 2000). O búfalo é considerado um fenômeno, que mesmo antes de qualquer melhoramento zootécnico, apresenta ótimos rendimentos de produtividade, na produção de carne, e, principalmente, na produção de leite. É considerado como o melhor conversor de alimentação pobre em boa carne e bom leite (Info-guide on line: o búfalo, 1999).

Além disso, o búfalo apresenta uma extraordinária capacidade de adaptação às mais diversas condições climáticas. Por exemplo, na Itália, os rebanhos bubalinos estão em regiões nas quais a temperatura pode, eventualmente, chegar a níveis baixíssimos, enquanto na Índia, em Bombay, estão adaptados às altas temperaturas e umidade. Existem registros de criações bubalinas no deserto de Kutch, Índia, cujas temperaturas oscilam em torno de 45°C, durante o dia e índice pluviométrico menor que 180 mm por ano (Finotelo, 1981).

No Brasil, são comuns as raças Carabao, Murrah, Jafarabadi e Mediterrâneo, sendo as três primeiras originárias da Ásia e a última da Itália (Fazenda Paineiras do Ingaí, 2004). Essas quatro raças são divididas em dois grupos: os búfalos de rio (Mediterrâneo, Jafarabadi e Murrah) e os búfalos de pântano (Carabao). Os búfalos de rio preferem as águas correntes e limpas, banham-se, em manadas nos rios e lagoas. Pertencem a esse grupo os búfalos existentes em São Paulo, Minas Gerais e na maioria dos estados brasileiros. Os búfalos de pântano preferem os lamaçais e brejos, onde se banham isolados ou em grupos pequenos. Pertencem a esse grupo os búfalos Carabao, introduzidos na Ilha de Marajó (PA). No entanto, esses elementos (rio e pântano) não são rigorosamente necessários para os búfalos sobreviverem, embora os apreciem (Info-guide on line: o búfalo, 1999).

2.1.1 Exploração leiteira

A partir de 1990, principalmente, observou-se uma significativa expansão de unidades industriais especializadas e dedicadas à produção de derivados lácteos de búfala no Brasil, com o objetivo de aproveitar melhor as qualidades do leite bubalino. As razões para tal foram:

- a manutenção constante da produção leiteira, em períodos críticos desfavoráveis aos bovinos, devido à rusticidade do búfalo (Ford, 1982);
- a produtividade leiteira economicamente superior, quando comparados aos zebuínos, pois cada litro de leite é produzido a um menor custo, devido, sobretudo, à extraordinária rusticidade às mais adversas condições climáticas, com marcante resistência às doenças (Nascimento & Carvalho, 1993);
- o maior rendimento industrial do leite, que é 40% superior ao do leite bovino na elaboração de produtos lácteos (Nader Filho et al., 1984) e;
- a produção de produtos de maior valor agregado, o que permite remunerar a matéria-prima a preços cerca de duas vezes maiores que aqueles pagos ao leite bovino (ABCB, 2006).

Esse estímulo propiciou a expansão de propriedades dedicadas à exploração leiteira das búfalas, com a formação de “bacias” relativamente expressivas, particularmente no sudeste do país e junto aos maiores centros consumidores (ABCB, 2006).

O sistema de produção predominante tem sido a produção de leite “a pasto”, porém, é freqüente a suplementação de volumosos (cana-de-açúcar, capineiras, silagem, entre outras) nos períodos de pior oferta alimentar (outono e inverno) que, nas búfalas, em função da sazonalidade reprodutiva, coincide com o período de maior produção leiteira. Predomina a prática de uma única ordenha diária, com média de 6,1kg leite/dia. A produção leiteira da búfala no Brasil se situa entre 1.500-1.700 kg por lactação, valores obtidos por meio de observações durante longos períodos (15 a 20 anos) (ABCB, 2006).

Os laticínios que processam leite de búfala apresentaram, no período entre 2001 a 2005, um crescimento médio anual no leite processado da ordem de 32,3% (ABCB, 2006). Estima-se que a produção de leite de búfala no Brasil seja de 92,3 milhões de litros produzidos por cerca de 82.000 búfalas, em 2.500 rebanhos. Estima-se também que existam, pelo menos, 150 indústrias produzindo derivados de leite de búfalas, que transformam, anualmente, cerca de 45 milhões de litros de leite em 18,5 mil toneladas de derivados, gerando um faturamento bruto da ordem de US\$ 55 milhões aos laticínios e de cerca de US\$ 17 milhões aos criadores (ABCB, 2006).

2.1.2 Leite de búfala

O leite de búfala pode ser definido como um produto de alto valor nutritivo, quanto às suas composições físico-química e química, além de uma excelente matéria-prima para o preparo de produtos lácteos. Em muitos países, nos quais ocorre deficiência de proteína, é caracterizado como de grande valia (FAO,1981).

Apresenta características muito próprias e que permitem sua fácil identificação, do ponto de vista físico, químico e sensorial. Seu sabor é peculiar, ligeiramente adocicado e é muito mais branco quando comparado ao leite bovino, devido à ausência quase total de β -caroteno (pró-vitamina A), na gordura. Possui acentuadas diferenças em relação ao leite de vaca, as quais se manifestam desde o colostro (Benevides, 1998).

O teor de sólidos totais do leite de búfala é mais alto, em média, 16% (m/m), comparado ao de vaca, com aproximadamente 12% (m/m), além da lactose, vitamina A e cálcio, que também superam os teores do leite de vaca (Elias, 1998; Rajorhia, 1987). Esse elevado teor de cálcio no leite de búfala tem grande importância sob o ponto de vista nutricional e na elaboração de produtos lácteos (Verruma & Salgado, 1994).

Dentre os demais componentes, o teor de gordura do leite de búfala apresenta maior variação percentual, variando de 5,5% a 8,5% (m/m), segundo Youssef & Khattab (1997). Esses valores são considerados elevados, comparados ao leite de vaca, que apresenta, em média, 3,6% (m/m) de teor de gordura (Verruma & Salgado, 1994). Embora apresente maior teor de gordura, o mesmo não acontece com o teor de colesterol que, no leite de búfala, é de 0,26g/100g de gordura, enquanto no do leite de vaca esse teor é de 0,32g/100g de gordura. Essa característica possibilita a produção de produtos lácteos mais saudáveis que os produzidos com o leite de vaca (Melício et al., 2005; Christie, 1994).

As proteínas do leite de búfala são similares às do leite de vaca, porém, não são idênticas nem estão nas mesmas proporções, com uma variação no teor de 3,63% a 5,26% (m/m) para o leite de búfala e de 3,25% a 3,9% (m/m) para o de vaca (FAO, 1991). Considerando os valores de proteínas no leite de búfala, em média, 4,0% (m/m), as caseínas representam de 77% a 79% deste total e cuja variação é influenciada pela época de lactação. Por diferença, as proteínas do soro correspondem de 21% a 23% da fração protéica (De Francis & Di Palo, 1994). Quanto à composição dos aminoácidos nas proteínas, o leite de búfala apresenta menores teores de triptofano e cistina, em relação ao leite de vaca. No entanto, contabilizando todos os aminoácidos essenciais, o leite de búfala apresenta 25,5% a mais que o de vaca (Verruma & Salgado, 1994).

A micela de caseína do leite de búfala possui, em média, maior dimensão e menor variação no diâmetro, variando entre 110nm a 150nm por micela, enquanto que as do leite de vaca apresentam diâmetro variável entre 70 a 110nm. As micelas do leite de búfala são mais opacas e com menor conteúdo de nitrogênio, porém, com mais cálcio e fósforo, traduzindo uma relação Ca/P 71% superior à dos bovinos, que corresponde a uma relação Ca/P de 1,31. As caseínas encontram-se principalmente na forma micelar, enquanto a caseína

solúvel encontrada no leite de vaca quase não existe no leite de búfala (Albano & Mincione, 1984). Devido a essas características, o leite de búfala apresenta uma coagulação mais rápida, no entanto, a coalhada tem dificuldade em reter umidade e, conseqüentemente, os queijos tendem a ser mais secos. No leite de vaca isso não ocorre, pois as micelas menores são muito mais hidratadas (Furtado, 1999).

É importante mencionar que a composição do leite pode sofrer influências pelas condições de clima, alimentação, raça e manejo de animais. É por isso que quando se observa a composição físico-química do leite citada por diversos autores, podem ser observadas disparidades entre os valores apresentados. A Tabela 1 apresenta as características físicas, químicas e físico-químicas do leite bubalino e bovino, segundo diversos autores.

O leite de búfala contém níveis mais elevados de lactoferrina, que lhe conferem maior atividade antimicrobiana. Sua microbiota é rica em algumas espécies de lactobacilos, presentes em concentrações superiores aos do leite bovino e que são responsáveis pelo aroma e sabor peculiares dos queijos produzidos com este leite, bem como pela acidificação da coalhada (Fazenda Painieras do Ingaí, 2004).

TABELA 1 Características físicas, químicas e físico-químicas do leite integral de origem bubalina e bovina, de acordo com diversos autores

Características físicas e químicas	Búfalo	Bovino	Fonte
pH	6,6-6,9	6,6-6,8	Furtado (1980); Tanezine et al. (1990)
Acidez titulável (g ácido láctico /100mL)	0,19	0,17	Neves (1985)
Densidade (g/mL)	1,028- 1,033	1,028- 1,034	Ferrara & Intrieri (1992)
Índice crioscópico (°H)	-0,544	-0,530	Cockrill et al. (1984); Brasil (1996)
Extrato seco total (g/100g)	16	12	FAO (1991)
Umidade (g/100g)	83,0	88,0	Benevides (1998)
Gordura (g/100g)	5,5-8,5	3,6	Verruma & Salgado (1994); Youssef & Khattab (1997)
Colesterol (g/100g gordura)	0,26	0,32	Melício et al. (2005); Christie (1994)
Proteína (g/100g)	3,6-5,2	3,2-3,9	FAO (1991)
Caseína (g/100g)	3,8	2,9	Neves (1985)
Lactose (g/100g)	4,5-5,0	4,6	Furtado (1980); Walstra & Jenness (1984)
Cinzas (g/100g)	0,70	0,70	Benevides (1998)
Cálcio (%)	2,03	1,14	Franco (1992)
Fósforo (%)	0,12	0,10	FAO (1991)
Ferro (mg/L)	61	37	Verruma & Salgado (1994)

2.2 Queijo de coalho

O queijo de coalho é o mais tradicional e um dos mais difundidos e fabricados na região Nordeste do Brasil, principalmente nos estados de Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. Nesses estados, ele se destaca entre os principais queijos artesanais de fabricação e consumo comprovadamente incorporado à cultura regional de tradição secular, transferida por gerações. É um produto muito consumido assado na brasa ou mesmo frito (Munck, 2004).

No entanto, sua produção não consta em estatísticas oficiais, já que grande parte da produção é de origem artesanal. Segundo pesquisa do Sebrae/CE (1998), o queijo é consumido diariamente por 26,4% da população de Fortaleza, CE, por 27,7% dela no interior do estado.

Seu nome derivado do fato de ser elaborado a partir da coagulação do leite pelo coalho, que é extraído do quarto estômago (abomaso) de pequenos animais (mocó, cabrito, bezerro), o qual é denominado coagulante ou *abomasum*, quando devidamente preparado (Aquino, 1983). Essa forma de adição ainda ocorre na região do Jaguaribe, CE, onde 50% dos produtores ainda utilizam pedaços do estômago animal para coagular o leite (Nassu et al., 2001).

Em função do grande consumo desse queijo fabricado com leite de vaca, o Ministério da Agricultura definiu um Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho, Instrução Normativa nº30, de 26 de junho de 2001 (Brasil, 2001). Esse regulamento o define como um queijo que se obtém por coagulação do leite por meio de coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas e comercializado, normalmente, com até 10 dias de fabricação. É classificado como queijo de média (36% a 45,9% (m/m)) a alta umidade (46% a 54,9% (m/m)), de massa semi-cozida (até 45°C) ou cozida (entre 45° e 55°C), apresentando teor de gordura no extrato seco entre 35% (m/m) (semi-gordo) e

60% (m/m) (extra-gordo). É permitida a adição de condimento ao queijo, desde que posteriormente mencionado no rótulo. O queijo deve apresentar consistência semi-dura, elástica, textura compacta (sem olhaduras mecânicas) ou aberta com olhaduras mecânicas, cor branca amarelada uniforme, odor ligeiramente ácido de coalhada fresca, casca fina e não muito definida, formato e peso variáveis. Pode ser comercializado na forma de “palito” (queijo com palito já espetado) ou em barras. O leite para a fabricação pode ser integral ou padronizado e deve ser obrigatoriamente pasteurizado (Brasil, 2001).

Como a legislação para esse queijo é muito abrangente e pouco definida, contempla as variações percebidas na composição físico-química do produto, refletindo na falta de identidade do queijo de coalho de leite de vaca. As diferenças na sua composição físico-química podem ser verificadas em várias regiões do Nordeste, como no estado do Ceará, onde o queijo foi classificado em extragordo ou duplo creme, gordo e de média umidade, com teor médio de proteína em 25,02% (m/m), acidez 0,26% compostos ácidos expressos em ácido láctico e pH na faixa de 4,9 a 6,37 (Sebrae, 1998; Nassu et al., 2001). Na região do Recife, o queijo foi classificado em semigordo e de alta umidade (Sena et al., 2000) e em Sergipe, como de alta umidade a muita alta umidade, com índice de acidez variando de 0,3% a 1,71%, compostos ácidos expressos em ácido láctico (Sena et al., 2000).

O teor de cloreto de sódio também varia muito, entre os queijos de coalho de leite de vaca produzidos no estado do Ceará, de 1,61% a 2,10% (m/m) (Chinelate et al., 2004). Nos queijos artesanais produzidos no estado do Ceará, o teor de cloreto de sódio encontrado foi, em média, de 3,3% (m/m) (Andrade et al., 2005). Teshima et al. (2004) verificaram, em queijos de coalho de leite de vaca comercializados em Feira de Santana, BA, teor de cloreto de sódio situado ente 1,81% a 1,92% (m/m).

O teor de umidade dos queijos foi verificado por outros autores, como Lima (1996), que encontrou valor médio de umidade para o queijo de coalho de leite de vaca pasteurizado sob refrigeração de 40,05% (m/m) e Teshima et al. (2004), que encontraram valores de umidade variando entre 44,6% a 46,8% (m/m) em queijos de coalho comercializados em Feira de Santana, BA. Quanto ao teor de gordura no extrato seco (GES), Marques et al. (2002) verificaram, em queijos de coalho produzidos com leite de vaca, crus e pasteurizados, ambos integrais, valores para o GES de 35,85% (m/m) e 42,15% (m/m), respectivamente.

Como esse queijo é consumido habitualmente assado ou frito, algumas características são observadas quando o mesmo é aquecido, como a resistência ao derretimento e o escurecimento não enzimático. A primeira característica refere-se à pouca capacidade de derretimento, permitindo que o queijo continue com seu formato original (sem derreter) durante o tempo necessário de exposição ao calor. O derretimento é a capacidade das partículas dos queijos fluírem e formar uma fase uniformemente derretida, que é direcionada inicialmente pela evaporação da água e fluidificação da gordura (Wang & Sun, 2002).

Para evitar o derretimento no queijo coalho é necessário controlar o pH do mesmo durante a fabricação, para que não se apresente inferior a 5,7,. Isso porque, a valores de pH 5,1, o queijo apresentará elevado grau de desmineralização, o que fará que derreta e se deforme quando submetido ao calor (Munck, 2004). Esse declínio do pH deve-se à função primária da cultura láctica, que é a de converter a lactose em ácido láctico. Esse último auxilia na eliminação de soro durante o processo de fabricação e na fase inicial de cura do queijo. Durante o processo de fermentação da massa, ocorre uma série de reações, sendo a primeira logo após o término da coagulação, com a massa ainda fresca, com baixo teor de ácido láctico e alto teor de cálcio coloidal

(paracaseinato bicálcico). O cálcio estabelece uma ligação entre as micelas de paracaseína após a coagulação e mesmo dentro da micela. O lactato solubiliza o cálcio coloidal na forma de lactato de cálcio, desmineralizando o paracaseinato bicálcico em paracaseinato monocálcico, à medida que a fermentação prossegue (Kosikowski, 1978). Essa transformação garante que a massa do queijo, ao ser exposta ao calor, possa derreter, o que não é desejável no queijo de coalho

Outra característica verificada no queijo de coalho, quando assado ou frito, é o escurecimento não enzimático, esse ocorre devido a reações induzidas pelo calor, que se iniciam com a reação entre o grupamento carbonila ou cetona do açúcar redutor e o grupo amino de aminoácidos, peptídeos ou proteínas. Como resultado da reação, verificam-se pigmentos escuros denominados melanoidinas (Araújo, 1995). A galactose parece ser muito mais reativa nas reações térmicas do que a glicose e muito mais do que a lactose. No queijo, ocorrendo o processo de proteólise promovida pelas enzimas do coalho e culturas lácticas, e havendo acúmulo de açúcares, como a lactose e galactose, cria-se potencial para a reação de Maillard (Bley et al., 1985; Furtado, 1997).

2.3 Tecnologia de fabricação do queijo de coalho

A tecnologia de fabricação do queijo de coalho de leite de vaca descrita por Munck (2004) é apresentada na Figura 3. No entanto, modificações podem ocorrer, de acordo com as características de cada indústria e do produto final desejado.

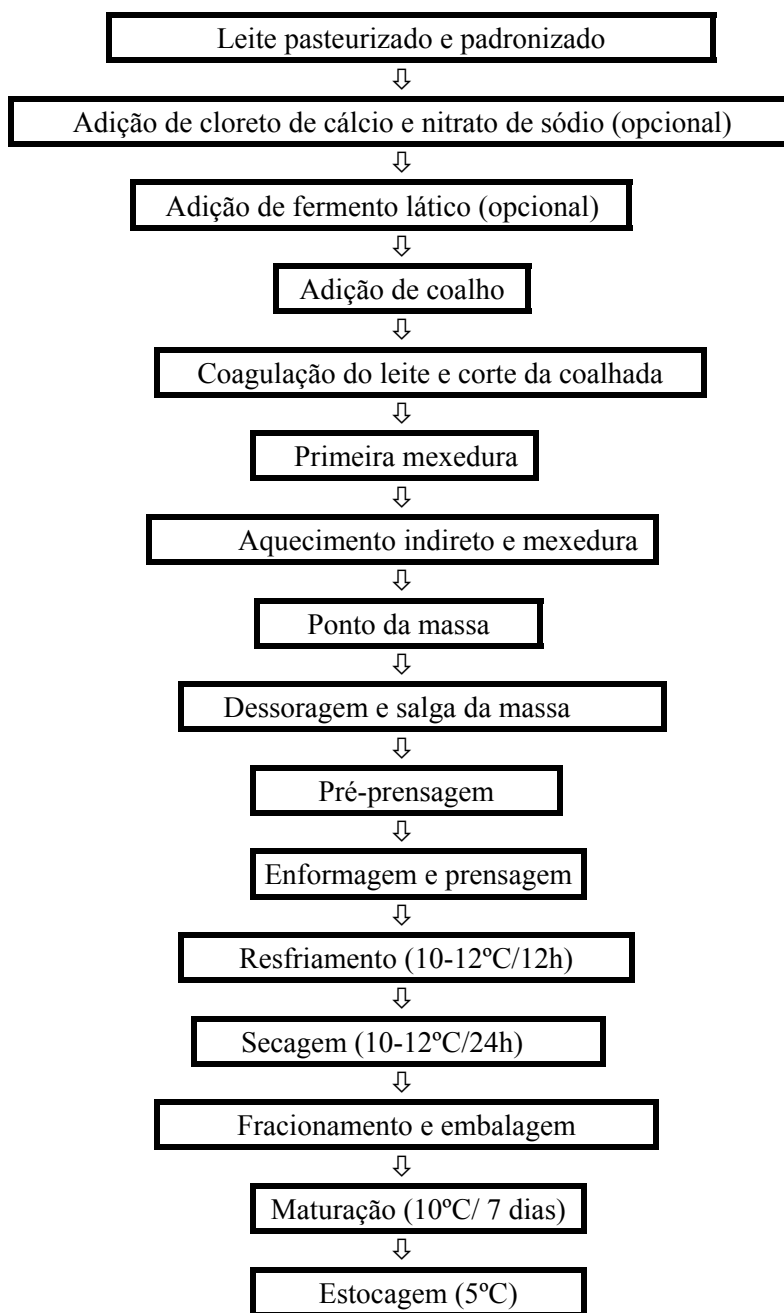


FIGURA 3 Fluxograma da fabricação do queijo de coalho de leite de vaca, de acordo com a tecnologia descrita por Munck (2004)

O leite deve ser bem selecionado, objetivando, assim, a obtenção de matéria-prima de boa qualidade físico-química e microbiológica. Deve ser pasteurizado e padronizado para 3,0%-3,2% (m/v) de gordura. O cloreto de cálcio deve ser adicionado na dose convencional (400mL/1000 L de leite) e o uso de nitrato de sódio é opcional, na mesma dosagem que a do cloreto de cálcio. O queijo pode ser fabricado ou não com fermento láctico. Caso seja utilizado, o pH do produto final não deve ser inferior a 5,7, para não alterar as características do produto ao ser assado. O fermento láctico utilizado pode ser mesofílico e aromático, em associação com uma cultura pura de *Brevibacterium casei* e uma levedura *Kluyveromyces marxianus* subsp. *Marcianus*, que proporcionam aroma e sabor típico do queijo fabricado com leite cru. Outra opção seria o uso isolado de fermentos mesofílicos liofilizados, homofermentativos, não produtores de gás, na dosagem de 500u para 25.000 litros de leite. Para a utilização dessas culturas, deve-se ter um rigoroso controle de pH e, como nem todas as fábricas dispõem de um medidor de pH, o queijo pode ser fabricado sem adição de culturas lácticas. No entanto, o uso de leite pasteurizado sem o uso de fermentos específicos certamente resultará em queijos muito mais vulneráveis à ação de contaminantes indesejáveis e com ausência do sabor característico (Munck, 2004).

O coalho utilizado pode ser líquido ou pó, em dose suficiente para coagular o leite a 35°C, em 30 a 40 minutos, conforme recomendação do fabricante. O corte da coalhada deve ser realizado com liras próprias e os grãos devem ser ligeiramente menores que os da mussarela. Após o corte, deve-se realizar um repouso, pelo período de 3 a 5 minutos. A mexedura deve se iniciar lentamente, com aumento da velocidade na proporção em que os grãos começam a se aglomerar. Essa mexedura deverá durar, entre 15 a 20 minutos (Munck, 2004).

O aquecimento da massa deverá ser indireto, com vapor na camisa do tanque, sendo lento, de maneira a se elevar 1°C a cada 2 a 3 minutos, até atingir a temperatura final de 42°C. O tempo mínimo de aquecimento deverá ser de 20 minutos. A mexedura é contínua durante a fase de aquecimento e até alcançar o ponto da massa, a fim de permitir o aquecimento e a dessoragem uniforme dos grãos. O ponto da massa é observado após 70 a 80 minutos depois do corte da coalhada. Nesse momento, os grãos estarão firmes e, ao serem compactados na palma da mão, formam um bloco que se desmancha facilmente e lembra o ponto de queijo prato de 3 kg, portanto, bem firmes e secos (Munck, 2004).

A dessoragem depende da textura desejada no queijo: aberta ou fechada. Para a textura fechada: a massa é deixada assentar no fundo do tanque e é levada para a extremidade oposta à saída do soro do tanque. Para cada 1.000 litros de leite, retira-se um latão com 25L de soro e adiciona-se a este o sal na proporção de 1%(m/v) do volume de leite. Retira-se o soro até ficar somente cerca de dez centímetros acima da altura da massa. A salmoura (soro e sal) é adicionada lentamente e misturada, para uma perfeita e uniforme distribuição do sal. As placas de pré-prensagem são colocadas e esta é realizada durante 20 minutos com o dobro do peso da massa (Munck, 2004).

Para a textura aberta: a massa é deixada assentar no fundo do tanque, com a retirada total do soro. O sal é adicionado a seco, diretamente na massa do queijo, na proporção de 1 a 2 kg por 100 litros de leite. A massa é, então, misturada manualmente até que esta esfrie e, posteriormente, tenha dificuldade de soldar os grãos, no intuito de formar olhaduras mecânicas. Após a distribuição do sal, a pré-prensagem da massa é semelhante à do queijo de textura fechada (Munck, 2004).

Os queijos são envolvidos em dessoradores ou tecidos e colocados dentro de formas próprias, de 3 kg ou 8 kg, e levados para a prensa no sistema convencional. A primeira prensagem deve durar cerca de 30 minutos, a uma

pressão de 2,07 bar e a segunda por mais uma hora e meia, a uma pressão de 2,07 bar a 2,76 bar. Após esse tempo, são retirados da prensa, das formas e dessoradores para serem novamente prensados por mais 20 minutos, se necessário, até acertar possíveis defeitos de formato. Finalmente, são levados à câmara ajustada para 10-12°C, por 12 horas. No outro dia, os queijos são retirados das formas e podem ser colocados para secar em prateleiras por mais 24 horas (Munck, 2004).

Os queijos são fatiados manualmente ou em máquinas pneumáticas existentes no mercado. Os palitos são inseridos nos tabletes de queijo e embalados em embalagem termo-encolhível, com 4 a 6 unidades. Apenas o vácuo é feito na embalagem e esta é soldada, para que o sistema de encolhimento não deforme a embalagem final (Munck, 2004).

Quando se trabalha com culturas láticas, o ideal é deixar os queijos em uma câmara a 10-12°C, durante, pelo menos, 7 dias, para que as bactérias láticas atuem formando os compostos que vão dar sabor e aroma no produto. Se não foram utilizados fermentos láticos, o queijo está pronto para consumo logo após a embalagem (Munck, 2004).

Como o queijo tem um pH muito alto (5,7) quando se usa fermento ou mais alto ainda (6,3-6,5) quando não se usa fermento, o uso do nitrato de sódio é indicado, pois as bactérias contaminantes encontram facilmente condições de desenvolvimento. A umidade final do queijo situa-se entre 45% e 47% (m/m). Teor de umidade muito elevado implica em grande separação de soro durante a fritura e conseqüente amolecimento durante o assamento (Munck, 2004).

Considerando que o queijo apresenta uma elevada presença de lactose já que a massa não é lavada e de baixa fermentação, há um potencial risco para contaminação de leveduras e fermentações na casca do queijo, podendo provocar o estufamento da embalagem e a formação de odor semelhante ao de

frutas fermentadas. Portanto, cuidados com a higiene, inclusive do ambiente, devem ser objetos de grande atenção (Munck, 2004).

2.4 Modificações ocorridas durante a fabricação e o armazenamento

A maturação de queijos é um fenômeno complexo que envolve uma série de transformações bioquímicas nos seus constituintes, como proteínas, lipídeos e carboidratos. Na maioria dos queijos, a proteólise, a lipólise e a glicólise são processos importantes para determinação da textura, da consistência, sabor e aroma do produto (McSweeney & Fox, 1993).

O processo de proteólise do queijo é resultado da ação de várias enzimas, como as proteinases naturais do leite; as do coagulante residual; as proteinases e as peptidases liberadas a partir da lise das células das bactérias produtoras de ácido láctico provenientes da cultura láctica e as proteinases e peptidases liberadas pelas bactérias produtoras de ácido láctico não provenientes da cultura láctica, ou seja, contaminantes ou sobreviventes ao tratamento térmico aplicado (Fox, 1989). A quimosina tem a ação específica de quebrar a ligação fenilalanina (Phe) 105 e metionina (Met) 106 da subfração κ -caseína. As bactérias lácticas liberam peptídeos das caseínas por meio da ação de suas proteinases, podendo alguns desses peptídeos (hidrofóbicos) causar gosto amargo no queijo (Wolfschoon Pombo & Lima, 1989). Para melhor entendimento, na Figura 4 é mostrado de maneira esquemática, como ocorre a proteólise das caseínas.

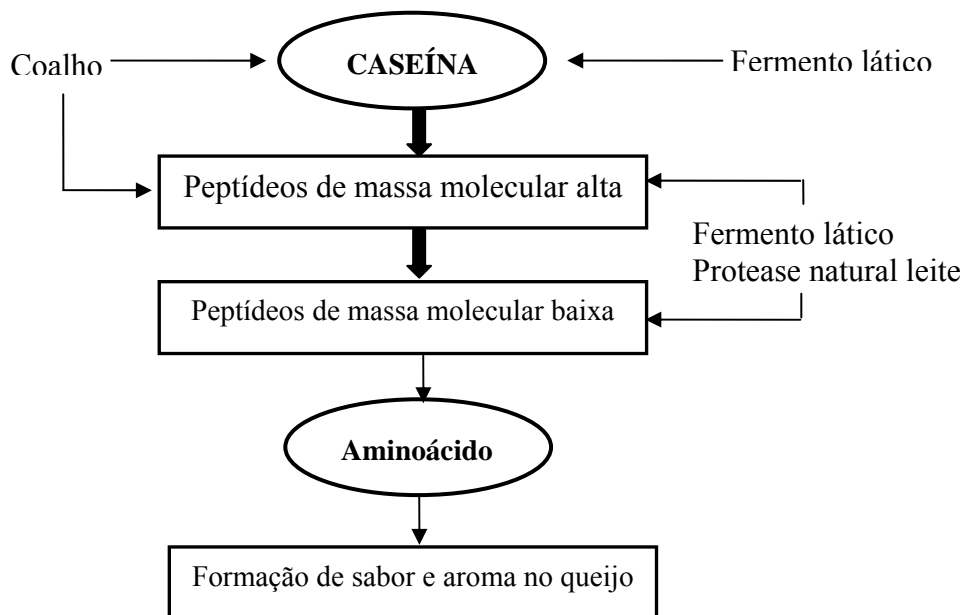


FIGURA 4 Mecanismo de degradação da caseína no queijo (Wolfschoon Pombo & Lima, 1989)

A proteólise deve ser acompanhada periodicamente nos queijos, por meio das relações percentuais entre o nitrogênio solúvel em pH 4,6 e o nitrogênio total, e entre o nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético (TCA) a 12% (m/v) e o nitrogênio total, conhecidas respectivamente, como extensão e profundidade de proteólise. O nitrogênio total refere-se ao percentual de todo o nitrogênio presente no queijo. A extensão da proteólise se caracteriza pela quantidade percentual de substâncias nitrogenadas solúveis acumuladas durante o processo, ou seja, os peptídeos de massa molecular elevada, para baixo, sendo a predominância percentual dos de maior massa molecular, provenientes,

principalmente, da ação das peptidases do coagulante sobre as caseínas (Minussi, 1994).

A profundidade da proteólise inclui as substâncias nitrogenadas nas quais se encontram os peptídeos de menor massa molecular para baixo, até aminoácidos, provenientes da ação das peptidases, principalmente do fermento láctico (Minussi, 1994).

Na Figura 5 são mostrados graficamente, os efeitos das ações do coalho e dos fermentos lácticos no desenvolvimento do sabor e aroma de queijos, por meio da extensão e da profundidade da proteólise.

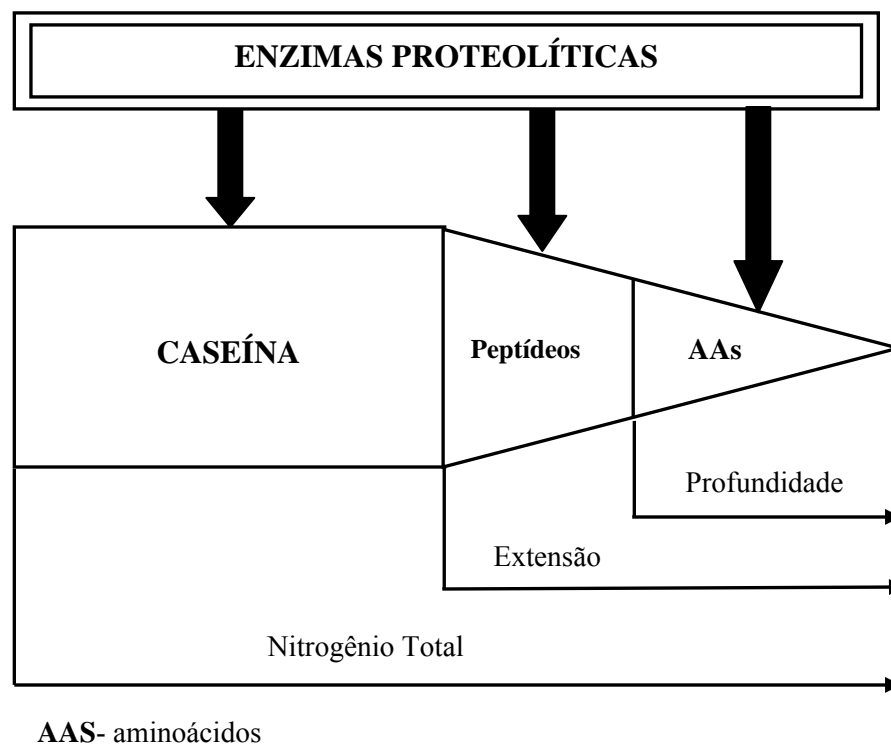


FIGURA 5 Formação dos índices de avaliação de proteólise em queijos (Wolfschoon Pombo & Lima, 1989)

O cloreto de sódio influencia na proteólise. O aumento da sua concentração provoca abaixamento na atividade de água e diminuição da disponibilidade desta para degradação protéica na reação enzimática, caracterizada, principalmente, pela hidrólise das ligações peptídicas (Surazinski & Peterson, 1973).

Estudos de proteólise realizados com queijo de coalho de leite de vaca, embora escassos, não podem ser comparados aos de queijo de coalho de leite de búfala, uma vez que as composições dos leites, tecnologias de fabricação e dosagem de ingredientes (coagulante, fermento láctico), entre outros aspectos, como aqueles intrínsecos dos próprios queijos, são diferentes e acarretariam em conclusões errôneas. Literatura sobre estudos de proteólise em queijo de coalho de leite de búfala é inexistente, até o momento, o que dificulta qualquer comparação.

A glicólise é um dos eventos primários que se iniciam durante o processo de fabricação e continua durante a maturação. Caracteriza-se pela conversão da lactose em ácido láctico por meio das bactérias do fermento e ou da microbiota naturalmente presente no leite (Fox et al., 1990). No queijo de coalho, a glicólise é reduzida, pois o queijo deve apresentar pH elevado (acima de 5,7), para que o mesmo não derreta quando assado. Sendo assim, o escurecimento não enzimático ocorre durante todo o armazenamento do queijo de coalho, devido à reação ocorrida entre a lactose residual e os peptídeos menores e aminoácidos gerados pela hidrólise dos grandes peptídeos por meio da ação das culturas lácticas inicialmente adicionadas ao leite (Kindstedt & Guo, 1997).

A lipólise no queijo de coalho pode ocorrer pela atuação de lipases termorresistentes sintetizadas por microrganismos psicotróficos. A lipase natural do leite não é ativa em valores de pH inferiores a 6,5 e é facilmente destruída pelo calor, mesmo em se tratando de pasteurização.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

Os ensaios para a definição da tecnologia própria para a fabricação do queijo de coalho com leite de búfala foram conduzidos, em escala laboratorial, no Laboratório de Laticínios do Departamento de Ciências dos Alimentos (DCA) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Uma vez definidos os aspectos tecnológicos inerentes à fabricação, realizaram-se fabricações, em escala industrial, nas dependências do Laticínio Bom Destino, situado na Zona Rural de Morro do Ferro, distrito de Oliveira, MG.

As análises físicas, químicas e físico-químicas referentes aos ensaios preliminares, bem como dos leites, soros e queijos obtidos no experimento, foram conduzidas nos laboratórios do DCA/UFLA.

A análise descritiva quantitativa modificada (ADQM) e o teste de aceitação foram realizados no laboratório de análise sensorial do Centro Tecnológico/Instituto de Laticínios Cândido Tostes (CT/ILCT) da EPAMIG, situado em Juiz de Fora, MG.

3.2 Delineamento e tratamento estatístico dos dados

O experimento foi dividido em duas fases, conforme apresentado na Figura 6.

Fase I: Nesta fase foram conduzidos ensaios preliminares, em escala laboratorial, para se produzir queijo de coalho, obtido de leite de búfala, adaptando-se a tecnologia utilizada para o leite de vaca.

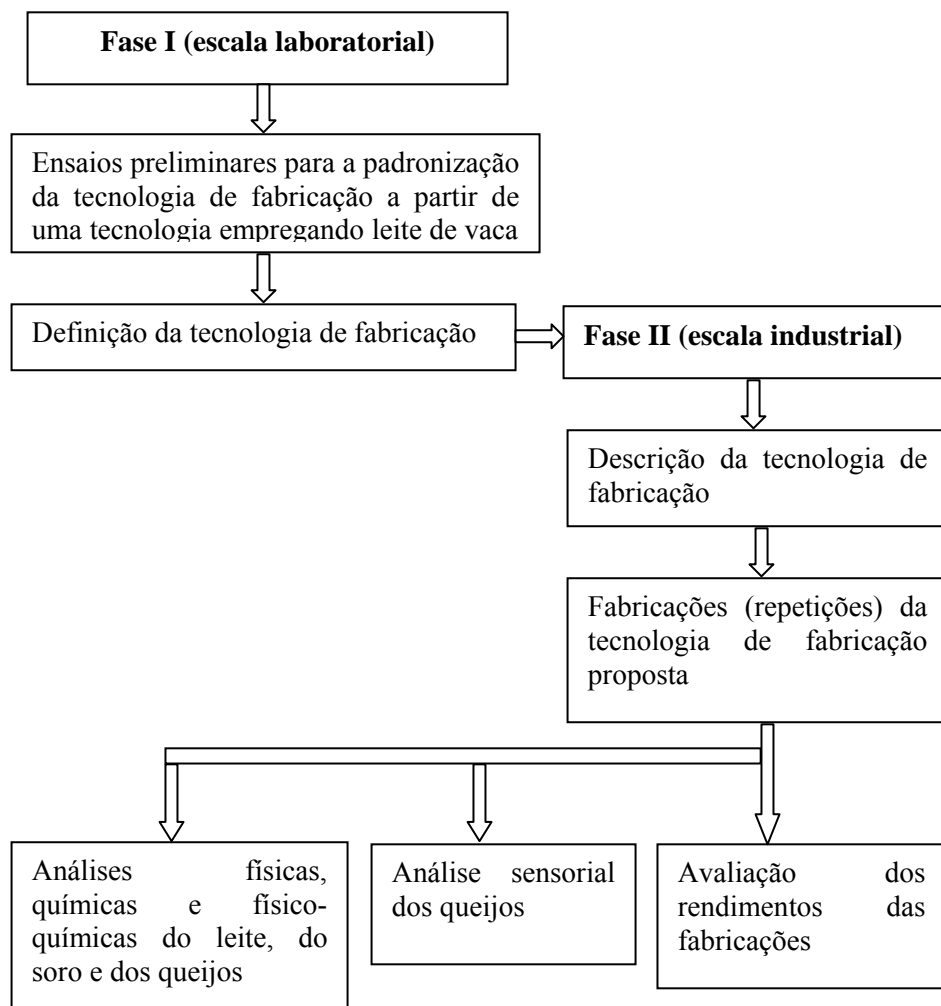


FIGURA 6 Fluxograma de descrição das fases do experimento

Fase II: a fase em que foram definidos os aspectos tecnológicos da fabricação do queijo de coalho com leite de búfala, com descrição da tecnologia

própria. Em seguida, foram realizadas seis fabricações (repetições) de queijo de coalho em escala industrial, utilizando-se leite de búfala.

O número de repetições (fabricações) e os tempos avaliados estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 Esquema adotado no trabalho, quanto às repetições para análises do leite, soro e queijo de coalho de leite de búfala, e tempos em que estes foram analisados, em duplicata

Análises	Repetições			Tempos avaliados
	LP	Soro	Queijo	
Composição centesimal	6	6	6	1 dia após a fabricação
pH	-	-	6	1, 8, 15 e 30 dias após a fabricação
Teor de lactose residual	-	-	6	1, 8, 15 e 30 dias após a fabricação
Índices de proteólise	-	-	6	1, 8, 15 e 30 dias após a fabricação
ADQM (sensorial)	-	-	6	8 dias após a fabricação
Teste de aceitação	-	-	6	8 dias após a fabricação

LP: leite pasteurizado; ADQM: análise descritiva quantitativa modificada

Para a análise dos resultados encontrados foi utilizada a estatística descritiva, por se tratar de um novo produto, inexistente no mercado e sem trabalhos científicos publicados a respeito, que permitiam a comparação de resultados. Além disso, o principal objetivo do experimento foi desenvolver uma tecnologia apropriada para a fabricação do queijo de coalho com leite de búfala, que atualmente é inexistente. Considerando, também, que a composição física, química e físico-química do leite de búfala apresenta peculiaridades em relação ao de vaca, ocorrerão alterações na forma de fabricação do mesmo e na

composição dos queijos. Por isso, comparações com dados de literatura para queijo de coalho obtido de leite de vaca foram feitas somente para efeito didático, pois se tratam de dois produtos distintos (obtidos de espécies diferentes, com características distintas e próprias). Nesse caso, a análise estatística inferencial no experimento foi desnecessária.

3.3 Padronização da tecnologia para a fabricação de queijo de coalho de leite de búfala

Inicialmente, foram conduzidos ensaios em escala laboratorial, a partir de tecnologia de fabricação do queijo de coalho de leite de vaca descrita por Munck (2004), com adaptações a partir de observações de fabricações de outros queijos com leite de búfala e de características desejáveis em queijo de coalho. Nesta etapa (Fase I), as fabricações foram iniciadas com o leite de vaca, para que a tecnologia de referência fosse dominada. A partir daí, foram realizadas diversas fabricações com leite de búfala, modificando-se aspectos tecnológicos incompatíveis com o leite de búfala, de acordo com os resultados obtidos em cada fabricação anterior, até a obtenção de tecnologia apropriada.

Foram realizadas anotações durante todas as etapas da fabricação dos queijos quanto a: uso ou não de fermento láctico, proporção deste, quando adicionado, dosagem de coagulante, temperaturas de semicozimento da massa, tempos de coagulação e mexedura, pH do queijo e outras etapas pertinentes à fabricação. Após a definição da tecnologia apropriada para a fabricação do queijo de coalho com leite de búfala, foram realizadas as fabricações em escala industrial, repetindo-se a tecnologia definida nos ensaios, conforme ilustrado na Tabela 2, juntamente com as análises físicas, químicas e físico-químicas do leite, soro, queijo e análise sensorial do queijo (Fase II).

3.4 Controle de qualidade do leite de búfala para fabricação

A partir da chegada do leite de conjunto destinado à fabricação, foram realizadas as análises físicas, químicas e físico-químicas, em duplicata, para a validação da qualidade do mesmo. As análises realizadas foram:

- teste do alizarol: realizado com solução de alizarol a 78°GL (Brasil, 2006);
- acidez titulável: foi utilizado o método titrimétrico Dornic com solução de NaOH 0,111 mol/L aferida, até a alteração da coloração de branco para róseo claro (Brasil, 2006);
- pH: por meio de leitura em potenciômetro calibrado marca HANNA (modelo HI 8314) (Brasil, 2006); e
- índice crioscópico: por meio de crioscópio eletrônico ITR (modelo MK 540), em graus Hortvet (Brasil, 2006).

3.5 Pasteurização do leite de búfala

O leite de búfala apto à fabricação dos queijos foi pasteurizado pelo sistema LTLT, a 65°C, por 30 minutos, com injeção direta de vapor.

Para cada fabricação (repetição) foram utilizados 25 litros de leite de búfala, o qual teve a temperatura ajustada para 35°C, para início da fabricação dos queijos.

3.6 Coleta de amostra do leite de búfala

Amostras de 300 mL foram coletadas após a pasteurização, devidamente acondicionadas e enviadas ao DCA/UFLA.

3.7 Análises físicas, químicas e físico-químicas realizadas no leite de búfala pasteurizado

As seguintes análises foram realizadas na amostra de leite de búfala pasteurizado:

- densidade a 15°C: foi realizada utilizando termolactodensímetro (Brasil, 2006);
- índice crioscópico: por meio de crioscópio eletrônico ITR (modelo MK 540), em graus Hortvet (Brasil, 2006), com o objetivo de calcular a porcentagem de água incorporada no leite pela pasteurização por injeção direta de vapor, conforme fórmula descrita por Pereira et al. (2001);
- teor percentual (m/m) de sólidos totais: segundo a fórmula de Fleishmann, em percentual (m/m), conforme descrito por Brasil (2006);
- teor percentual (m/m) de gordura: foi utilizado o método butirométrico para leite fluido, com resultado expresso em percentual (m/v), segundo Brasil (2006), posteriormente convertido para % (m/m) por meio da densidade obtida;
- teor percentual (m/m) de proteína: obtida pelo método Kjeldahl, com base nos teores de nitrogênio total e não-protéico, descrito por Brasil (2006). O fator utilizado foi 6,38; e
- teor percentual (m/m) de lactose por meio do método da Cloramina-T (Brasil, 2006).

3.8 Coleta de amostra de soro

Amostra de 300 mL do soro obtido na fabricação foi coletada 15 minutos após o corte da coalhada, no tanque de fabricação e devidamente acondicionada para envio ao DCA/UFLA para análises.

3.9 Análises físicas, químicas e físico-químicas realizadas no soro

Foram realizadas as seguintes análises da amostra do soro:

- acidez titulável: conforme descrito em 3.4;
- densidade a 15°C: conforme descrito em 3.7;
- pH: por meio de leitura em potenciômetro calibrado após filtração da amostra (Brasil, 2006);
- teor percentual (m/m) de gordura: conforme descrito em 3.7;
- teor percentual (m/m) de proteína: conforme descrito em 3.7;
- teor percentual (m/m) de sólidos totais: conforme descrito em 3.7 e
- teor percentual (m/m) de lactose: conforme descrito em 3.7.

3.10 Coleta de amostras de queijos

Após a prensagem, os queijos foram retirados dos dessoradores e colocados novamente em suas respectivas formas, para serem levados à câmara refrigerada (10°-12°C), por 12 horas. Os queijos foram pesados e fracionados em tabletes (12 unidades por forma). A quantidade destinada à análise sensorial foi embalada a vácuo e mantida em câmara fria (10°-12°C), até o envio, em condições adequadas, ao laboratório de análise sensorial do CT/ILCT da EPAMIG, em Juiz de Fora, MG. Os queijos restantes foram divididos em 4 unidades por embalagem, embalados a vácuo e estocados para análises posteriores.

3.11 Estocagem dos queijos

Depois de embalados, os queijos foram acondicionados em câmara fria (10°-12°C) até completar 8 dias após a fabricação dos queijos. Esse período foi necessário para que obtivessem melhores características sensoriais. Posteriormente, foram armazenados em câmara refrigerada (5°C) até 30 dias após a fabricação, sendo esta temperatura a convencional para estocagem de queijos.

3.12 Amostragem dos queijos durante a estocagem

Em cada embalagem selecionada aleatoriamente, contendo 4 unidades de queijo, retirou-se uma unidade, também de forma aleatória (amostra), que foi enviada ao Laboratório de Laticínios do DCA/UFLA para análises físicas, químicas e físico-químicas. O mesmo procedimento de amostra foi adotado nos tempos 1, 8, 15 e 30 dias após a fabricação.

O procedimento de preparo da amostra foi realizado triturando-se totalmente uma unidade de queijo em multiprocessador para homogeneização, que serviu para posteriores análises, segundo instruções de Brasil (2006).

3.13 Análises realizadas nas amostras de queijos

Os queijos, após prensagem, foram levados à câmara fria (10°-12°C) por 12 horas, fracionados, embalados, transportados e analisados 1 dia após a fabricação, quanto aos seguintes aspectos:

- pH: depois da extração e posterior filtração da amostra, segundo Brasil (2006);

- teores percentuais (m/m) de umidade e sólidos totais: método gravimétrico, que utiliza estufa a $102 \pm 2^\circ\text{C}$ (Brasil, 2006);

- teor percentual (m/m) de nitrogênio total: obtido pelo método Kjeldahl, conforme descrito por Brasil (2006), para se calcular:

- teor percentual (m/m) de proteína: conforme descrito na seção 6.036 da A.O.A.C. (1984). O fator utilizado foi 6,38.

- frações nitrogenadas pelo método de Kjeldahl, segundo Gripon et al. (1975):

- nitrogênio total;

- nitrogênio solúvel em pH 4,6 ($NS_{\text{pH}4,6}$) e

- nitrogênio solúvel em TCA a 12% (m/v) ($NS_{\text{TCA}12\%}$), para avaliação de proteólise e cálculos de:

- relação percentual $NS_{pH4,6}/NT$; e
- relação percentual $NS_{TCA12\%}/NT$;
- teor percentual (m/m) de gordura: método butirométrico de Van Gulik, conforme descrito por Brasil (2006), para se determinar:
 - GES ou percentual de gordura no extrato seco (m/m) = (teor de gordura/ES) x 100;
 - teor de cloreto de sódio (Brasil, 2006) ; e
 - teor de lactose por meio do método da Cloramina-T (Brasil, 2006).

Nos tempos 8, 15 e 30 dias após a fabricação, os queijos foram também analisados quanto a:

- pH (método potenciométrico), segundo Brasil (2006);
- teor de lactose, por meio do método da Cloramina-T (Brasil, 2006); e
- frações nitrogenadas pelo método de Kjeldahl, segundo Gripon et al. (1975):
 - nitrogênio total;
 - nitrogênio solúvel em pH 4,6 e
 - nitrogênio solúvel em TCA a 12% (m/v), para a avaliação dos índices de proteólise e cálculos de:
 - relação percentual $NS_{pH4,6} / NT$; e
 - relação percentual $NS_{TCA12\%} / NT$;

3.14 Rendimento de fabricação

Os resultados obtidos nas análises físicas, químicas e físico-químicas dos leites, soros e queijos e na pesagem dos mesmos foram utilizados para o cálculo de rendimento de fabricação, de acordo com as seguintes fórmulas (Furtado, 1999):

- litros de leite por quilo de queijo (L/kg);

- litros de leite por quilo de queijo ajustado (L/kg A), de acordo com a fórmula:

$$\text{L/kg} = \frac{\text{volume leite (kg)} \times (100 - \text{Umidade pretendida})}{\text{kg queijo} \times \text{sólidos totais do queijo (\%)}}$$

- rendimento técnico pelo método empírico, segundo a fórmula:

$$\text{método empírico (\%)} = \frac{\text{gordura soro} \times 100}{\text{gordura leite}}$$

- rendimento técnico pelo método técnico, calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{método técnico (\%)} = \frac{(\text{kg leite} - \text{kg queijo}) \times \text{gordura soro} \times 100}{(\text{kg leite} / \text{densidade leite}) \times \text{gordura leite} \times \text{densidade soro}}$$

3.15 Análise sensorial

3.15.1 Perfil sensorial por análise descritiva quantitativa modificada (ADQM)

Os queijos de coalho fabricados com leite de búfala foram submetidos à análise sensorial 8 dias após a fabricação, em cada repetição, para avaliação dos seguintes atributos: aspecto global, cor externa, odor característico, resistência ao derretimento, textura, ranger ao mastigar, gosto salgado, gosto ácido e sabor, utilizando-se de escala não-estruturada, seguindo a Análise Descritiva Quantitativa Modificada, conforme Figura 7 (Stone et al., 1974).

Para a avaliação dos citados atributos, formou-se uma equipe de dez julgadores, selecionados por aptidão aos atributos que foram definidos segundo a relevância do produto. Eles foram treinados quanto aos critérios de avaliação, por meio de reuniões, discussões e simulações, quanto aos atributos de interesse do trabalho.

PERFIL SENSORIAL POR ADQ (ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA)
QUEIJO DE COALHO PRODUZIDO COM LEITE DE BÚFALA

Código da amostra: _____ Data: _____

Nome: _____

Analise cada amostra e preencha as repostas na seqüência em que aparecerem na sua ficha, fazendo um traço vertical na posição (ponto) que melhor reflita seu julgamento. Prove quantidade suficiente de amostra e disponha do tempo necessário para avaliar as características. Por favor, enxágüe a boca entre as avaliações de cada amostra.

CARACTERÍSTICAS:

ASPECTO GLOBAL

_____/_____/_____
Atípico Típico

COR EXTERNA

_____/_____/_____
Clara Escura

ODOR CARACTERÍSTICO

_____/_____/_____
Ausente Muito pronunciado

RESISTÊNCIA AO DERRETIMENTO (ARESTAS)

_____/_____/_____
Indefinida Definida

TEXTURA

_____/_____/_____
Fechada Aberta

RANGER AO MASTIGAR

_____/_____/_____
Ausente Intenso

GOSTO SALGADO

_____/_____/_____
Fraco Forte

GOSTO ÁCIDO

_____/_____/_____
Ausente Muito pronunciado

SABOR

_____/_____/_____
Ausente Muito pronunciado

FIGURA 7 Modelo de ficha-resposta da análise descritiva quantitativa modificada (ADQM) do queijo de coalho de leite de búfala, em escala não-estruturada de 15 pontos

Os julgadores receberam as amostras em cabines individuais, as quais foram codificadas com três dígitos aleatórios para serem apresentadas aos provadores. O traço vertical, na ficha de resposta referente à nota de cada julgador, foi transformado em escore, medida em cm, do comprimento da linha assinalada na ficha de resposta (escala de 15 cm ou 15 pontos).

Com base nos atributos de qualidade analisados no queijo de coalho fabricado com leite de búfala foi realizada uma análise de correlação linear simples (correlação de Pearson), utilizando-se o programa Windows Excel (Microsoft).

3.15.2 Teste de aceitação

Também foi conduzido o teste de aceitação do produto obtido, após 8 dias de fabricação, mediante o uso de uma escala hedônica de nove pontos (Jones et al., 1955), conforme ficha-resposta (Figura 8). Nesse teste foram utilizados provadores não treinados e selecionados aleatoriamente, representados por pessoas que consomem e gostam de queijo obtido de leite de búfala e de queijo de coalho e que estariam dispostas a experimentar o novo produto. Foram realizadas 100 avaliações para cada fabricação. As respostas dos provadores foram transformadas em valores numéricos para tabulação e análise dos resultados.

ESCALA HEDÔNICA

Nome: _____ Data: __/__/__

Por favor, avalie a amostra usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento.

Código da amostra: _____

- Gostei extremamente
- Gostei muito
- Gostei moderadamente
- Gostei ligeiramente
- Indiferente
- Desgostei ligeiramente
- Desgostei moderadamente
- Desgostei muito
- Desgostei extremamente

FIGURA 8 Modelo da ficha-resposta do teste de aceitação (escala hedônica de nove pontos) para o queijo de coalho de leite de búfala

Na análise sensorial, tanto para a ADQM quanto para o teste de aceitação, o queijo foi oferecido na forma como é normalmente consumido, ou seja, frito em frigideira, com emprego de manteiga de garrafa. Essa mesma forma de apresentação foi utilizada no treinamento dos provadores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 FASE I

Para a definição e o domínio da melhor tecnologia na elaboração do queijo de coalho com leite de búfala, quatro ensaios preliminares foram realizados e estão descritos e discutidos a seguir.

4.1.1 Fabricação do queijo com leite de vaca

Inicialmente, foi realizada a fabricação de queijo de coalho com leite de vaca, baseada na tecnologia descrita por Munck (2004). O objetivo foi ter o domínio da mesma e, posteriormente, realizar comparações com a mesma tecnologia, quando utilizados o leite de vaca e o de búfala. Diante das observações verificadas, adaptações foram necessárias em função de observações práticas de fabricações de outros queijos com leite de búfala e das características desejáveis em queijo de coalho.

Nessa fabricação, foi utilizado leite pasteurizado e padronizado para 3,0%-3,2% (m/v) de gordura, juntamente com cloreto de cálcio 50% (m/v), na dose convencional (40mL/100L de leite), coalho líquido comercial (Chr Hansen), (20mL/100L leite segundo dosagem recomendada pelo fabricante) e fermento láctico constituído de cultura mesofílica liofilizada, homofermentativa, sem produção de gás (DVS[®] – Chr Hansen), constituída por cepas mistas de *Lactococcus lactis* subesp. *cremoris* e *Lactococcus lactis* subesp. *lactis*, na dosagem de 1/3 da recomendada pelo fabricante. Não foi realizada a pré-maturação do leite.

A coagulação se deu em 40 minutos a 35°C, quando se procedeu ao corte da coalhada com liras próprias, originando grãos ligeiramente menores que os da mussarela (grão entre número 3 e 4). Após o corte, a massa foi deixada em

repouso por 5 minutos e iniciou-se a primeira mexedura por, aproximadamente, 15 minutos, de forma lenta e com aumento da velocidade na proporção que os grãos começaram a se agrupar. O aquecimento foi feito de forma indireta com vapor na camisa do tanque, sendo lento, de maneira a elevar 1°C a cada 2-3 minutos, até atingir a temperatura final de 42°C. Por se tratar de tanque de pequenas dimensões e volume de leite de 10 litros, a segunda mexedura foi realizada em 20 minutos, no qual foi verificado o ponto da massa. O soro foi totalmente drenado e a massa foi adicionada de cloreto de sódio (na proporção de 1kg/100L de leite), que foi misturado manualmente. Foi realizada a pré-prensagem por 20 minutos, com o dobro do peso da massa.

Os queijos foram colocados dentro de formas próprias, com dessoradores e levados para prensagem em sistema convencional. Foi realizada a enformagem e a prensagem, por 30 minutos, a 2,07 bar e, depois, por mais 90 minutos, com a mesma pressão, após a viragem. Em seguida, os queijos foram enformados sem dessoradores para serem levados à câmara fria, onde permaneceram por 12 horas. No outro dia, os queijos foram retirados das formas, fracionados e embalados a vácuo, sem o encolhimento da embalagem.

O rendimento obtido foi de 7,8 litros/kg de queijo e o pH no dia seguinte à fabricação, logo após a retirada da forma, foi de 6,43, atingindo 5,12 após uma semana na câmara fria .

4.1.2 Ensaio 1

Nesse ensaio utilizaram-se leite de búfala e a mesma tecnologia anteriormente descrita.

Os resultados obtidos nas duas fabricações com leite de vaca e de búfala estão apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 Mudanças e variações tecnológicas, observações e resultados obtidos em fabricações de queijo de coalho com leite de vaca e de búfala

Parâmetros de fabricação	Leite	
	Vaca	Búfala
Teor de gordura	3,0-3,2% (m/v)	6%(m/v)
Tempo de coagulação	40 min	35 min.
Tipo de corte	Tradicional	Tradicional
Consistência da coalhada e aspecto dos grãos	Normal com grãos ligeiramente menores que os da mussarela	Muito firme com grãos pequenos
Tempo de obtenção do ponto da massa	40 min	30 min.
Rendimento de fabricação	7,8 litros/kg	5,75 litros/kg
pH (1 dia após a fabricação)	6,43	6,12
pH (8 dias após a fabricação)	5,12	5,10

Algumas modificações foram observadas durante a fabricação do queijo de coalho com leite de búfala quando comparada à tecnologia de fabricação do mesmo com leite de vaca. São elas:

- **leite:** apresentava acidez titulável de 0,195% (m/v) de compostos ácidos expressos como ácido láctico e teor de gordura de 6,0% (m/v). Esse teor

mais elevado, comparado ao leite de vaca (3,0% a 3,2% m/v), propicia um queijo mais macio e com sabor próprio;

▪ **coagulação do leite:** ocorreu em 35 minutos, resultando numa coalhada bastante firme. Isso foi devido às características físico-químicas do leite de búfala, como o maior teor de proteína e de cálcio, comparado ao leite de vaca. Por isso, foi verificada a necessidade de reduzir a dose de coalho para 60% daquela recomendada para leite de vaca, visando estender o tempo de coagulação para, no mínimo, 35 minutos, melhorando assim o controle do processo e fazendo com que a coalhada não se apresentasse demasiadamente firme no momento do corte;

▪ **corte da coalhada:** originou grãos pequenos, que se aglomeravam com facilidade. Conseqüentemente, optou-se pela alteração na forma de cortar a coalhada, de modo a aumentar o tamanho dos grãos (grão tamanho 2);

▪ **aspectos da massa do queijo:** apresentava-se mais pesada que a do leite de vaca e os grãos da coalhada tinham grande facilidade de agrupar-se, formando aglomerados. Portanto, a mexedura deveria ser contínua durante a fabricação, aguardando apenas o repouso inicial de 5 minutos;

▪ **tempo na obtenção do ponto da massa:** ocorreu após 30 minutos do corte da coalhada. Esse tempo foi menor do que no leite de vaca, devido às características das micelas de caseína do leite de búfala que resulta em uma coalhada com dificuldade de reter umidade;

▪ **rendimento de fabricação:** o rendimento foi de 5,75 L/kg, maior quando comparado ao do leite de vaca (7,8 L/kg) e já era esperado, devido às características próprias do leite de búfala que apresenta altos teores de sólidos totais e, conseqüentemente, mais proteínas, cálcio e gordura, que reflete na transformação do leite em queijo;

▪ **pH em 1 e 8 dias após a fabricação:** o pH do queijo no dia seguinte atingiu 6,12 e aos 8 dias, 5,10, além de apresentar boa resistência ao

derretimento quando assado, no dia seguinte à fabricação. Como o pH ficou menor que 5,7 após uma semana de fabricação e, quando este reduz, o queijo de coalho tende a derreter, optou-se por diminuir a dose utilizada de fermento. Essa dosagem foi reduzida para 1/6 da recomendada pelo fabricante, conforme sugestão do técnico em laticínios de uma indústria da região que fabrica o queijo de coalho de leite de vaca, empregando-se a mesma cultura das fabricações anteriores.

Os ensaios 2 e 3 foram realizados paralelamente com o mesmo leite de búfala, para a verificação de outras características desejáveis no queijo de coalho, segundo a mesma tecnologia realizada no ensaio 1, porém, com as modificações discutidas no mesmo. Os resultados dos quatro ensaios realizados com leite de búfala estão apresentados na Tabela 4.

4.1.3 Ensaio 2

Neste ensaio, o queijo foi fabricado com a mesma tecnologia, porém, com as mudanças observadas na fabricação anterior (ensaio 1), como a redução da dose de fermento láctico liofilizado (1/6 da dose recomendada pelo fabricante) e do coalho líquido comercial (Chr Hansen) (60% da recomendada para leite de vaca).

As seguintes observações foram realizadas durante a fabricação:

- **tempo de coagulação:** foi de 27 minutos para a obtenção de uma coalhada semelhante à do leite de vaca;

- **corte da coalhada:** foi realizado para a obtenção do grão número 2;

- **tempo de repouso após o corte:** foi reduzido para 3 minutos, para evitar que os grãos não se agrupassem muito, o que tinha acontecido com 5 minutos de repouso, nas fabricações anteriores. Na massa obtida com leite de búfala, os grãos adquirem o formato muito rápido após o corte, diferenciando-se muito daqueles de leite de vaca;

TABELA 4 Mudanças e variações tecnológicas, observações e resultados obtidos em fabricações de queijo de coalho com leite de búfala nos ensaios para definição de tecnologia própria

Parâmetros de fabricação	Tecnologia utilizada			
	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4
Coagulação	35 min	27 min	27 min	40 min
Consistência da coalhada e aspecto dos grãos.	Muito firme com grãos pequenos (grão entre número 3 e 4)	Firme com grãos de tamanho normal (grão número 2)	Firme com grãos de tamanho normal (grão número 2)	Firme com grãos de tamanho normal (grão número 2)
Ponto	30 min	28 min	28 min	25 min
pH (1 dia após a fabricação)	6,12	6,20	6,30	6,37
pH (8 dias após a fabricação).	5,10	5,80.	6,00	nd

nd.- não determinado

▪ **tempo total do corte da coalhada até o ponto da massa:** foi de 28 minutos;

▪ **pré-prensagem:** foi reduzida para 15 minutos, em vez de 20 minutos, usando-se o dobro do peso da massa, pois o queijo apresentava-se como uma massa compacta após este tempo; e

▪ **pH em 1 e 8 dias após a fabricação:** no dia seguinte, foi de 6,20 e, com uma semana, de 5,80.

Neste ensaio, verificou-se que o pH dos queijos durante a fabricação estava de acordo com o sugerido por Munck (2004) e que a dose de fermento láctico seria a utilizada neste ensaio.

4.1.4 Ensaio 3

Uma das maneiras de se obter o queijo de coalho na região Nordeste do Brasil é fabricá-lo sem fermento, como sugere a tecnologia proposta por Munck (2004). Sendo assim, neste ensaio com leite de búfala, optou-se por realizar a mesma tecnologia citada no ensaio 1, porém, com redução de 60% da dose de coagulante recomendada pelo fabricante e sem a adição de fermento.

As modificações observadas nesta fabricação foram:

- **tempo de coagulação:** foi de 27 minutos para a obtenção de uma coalhada semelhante à do leite de vaca; por isso, optou-se pela redução da dose de coalho para 50% da dosagem recomendada pelo fabricante, para que a coagulação fosse obtida com 35 a 40 minutos, permitindo controlar ainda mais o processo;

- **pH em 1 e 8 dias após a fabricação:** no dia seguinte foi de 6,30 e manteve-se em 6,00 uma semana após a fabricação. O pH manteve-se dentro do esperado para o queijo de coalho, no entanto, quando o mesmo é fabricado sem fermento, apresenta um risco muito grande de contaminação por coliformes. Isso ocorre porque a lactose não é fermentada pela ausência de cultivo láctico e a fermentação desta por esses microrganismos pode causar queda excessiva no pH, descaracterizando os queijos e podendo provocar problemas de saúde ao consumidor;

- **teor de umidade nos queijos:** foi de 32,1% (m/m). Observou-se que o teor de umidade muito baixo neste queijo tornou sua consistência mais “borrachenta” ao mastigar. Sendo assim, optou-se por aumentar o teor final de umidade, alterando ligeiramente o ponto da massa do queijo;

▪ **sabor dos queijos:** os queijos obtidos nos dois ensaios (2 e 3), com e sem fermento, foram assados e consumidos apenas para a verificação do sabor. O queijo sem fermento apresentou sabor inferior àquele elaborado com fermento que, mesmo em dosagem reduzida, foi capaz de conferir o sabor característico do queijo de coalho. Baseado nos resultados apresentados nos dois ensaios, decidiu-se que, com leite de búfala pasteurizado, o queijo não deveria ser fabricado sem adição de fermento, pois comprometeria seu sabor, descaracterizando-o; e

▪ **gosto salgado do queijo:** estava muito suave quando degustado e poderia ser aumentado, visto que o leite de búfala apresenta teor mais elevado de lactose comparado ao de vaca, e isso lhe confere sabor levemente adocicado. Por isso, foi aumentado o teor de cloreto de sódio, adicionando-se ao leite após o fermento, na proporção de 500g/100L de leite, com posterior adição de 1 kg/100L de leite na salga a seco da massa. O cloreto de sódio no leite provoca também maior retenção de umidade nos queijos, pois ele modifica o equilíbrio osmótico entre o soro e o grão, fazendo com que este expulse menos soro. Essa prática é comum na fabricação de queijos com leite de búfala, no qual existe dificuldade de retenção de umidade na coalhada (Furtado, 1990).

4.1.5 Ensaio 4

Neste ensaio, foi realizada a tecnologia utilizada no ensaio 3, com as modificações observadas e discutidas na mesma: alteração no ponto da massa para aumentar o teor de umidade do queijo, aumento do teor de sal na proporção de 500g/100L de leite, com posterior adição de 1 kg/100L de leite na salga a seco da massa. Foi utilizada a dose de fermento láctico mesofílico liofilizado homofermentativo, sem produção de gás (DVS[®] – Chr Hansen), constituída por cepas mistas de *Lactococcus lactis* subesp. *cremoris* e *Lactococcus lactis*

subesp. *lactis* (1/6 da recomendada pelo fabricante) e a redução da dose de coalho líquido comercial (Chr Hansen), para 50% da recomendada.

As modificações ocorridas durante a fabricação estão descritas a seguir:

▪ **coagulação do leite:** ocorreu em 40 minutos, com ótimo controle no processo de corte;

▪ **tempo do corte ao ponto da massa:** foi de 25 minutos. O tempo foi reduzido de 27 minutos para 25, o que resultou em um aumento no teor de umidade de 48% (m/m);e

▪ **pH após a enformagem e em 1 dia após a fabricação:** após a enformagem, foi de 6,37 e, no dia seguinte, de 6,21.

Com base nos aspectos observados durante os ensaios e as características dos queijos obtidos, optou-se pela redução na dose de fermento, metade da dose regular de coalho, além de aspectos de corte e outras etapas já relatados anteriormente.

4.2 FASE II

Nesta fase foram descritas a tecnologia própria de fabricação do queijo de coalho com leite de búfala e as análises físicas, químicas e físico-químicas das seis fabricações (repetições) de queijo de coalho em escala industrial, utilizando-se a tecnologia proposta.

4.2.1 Tecnologia proposta para a fabricação de queijo de coalho com leite de búfala

A partir de diversos ensaios, variando-se aspectos tecnológicos e quantidades de ingredientes, chegou-se à tecnologia proposta para fabricação de queijo de coalho com leite de búfala, conforme apresentada na Figura 9.

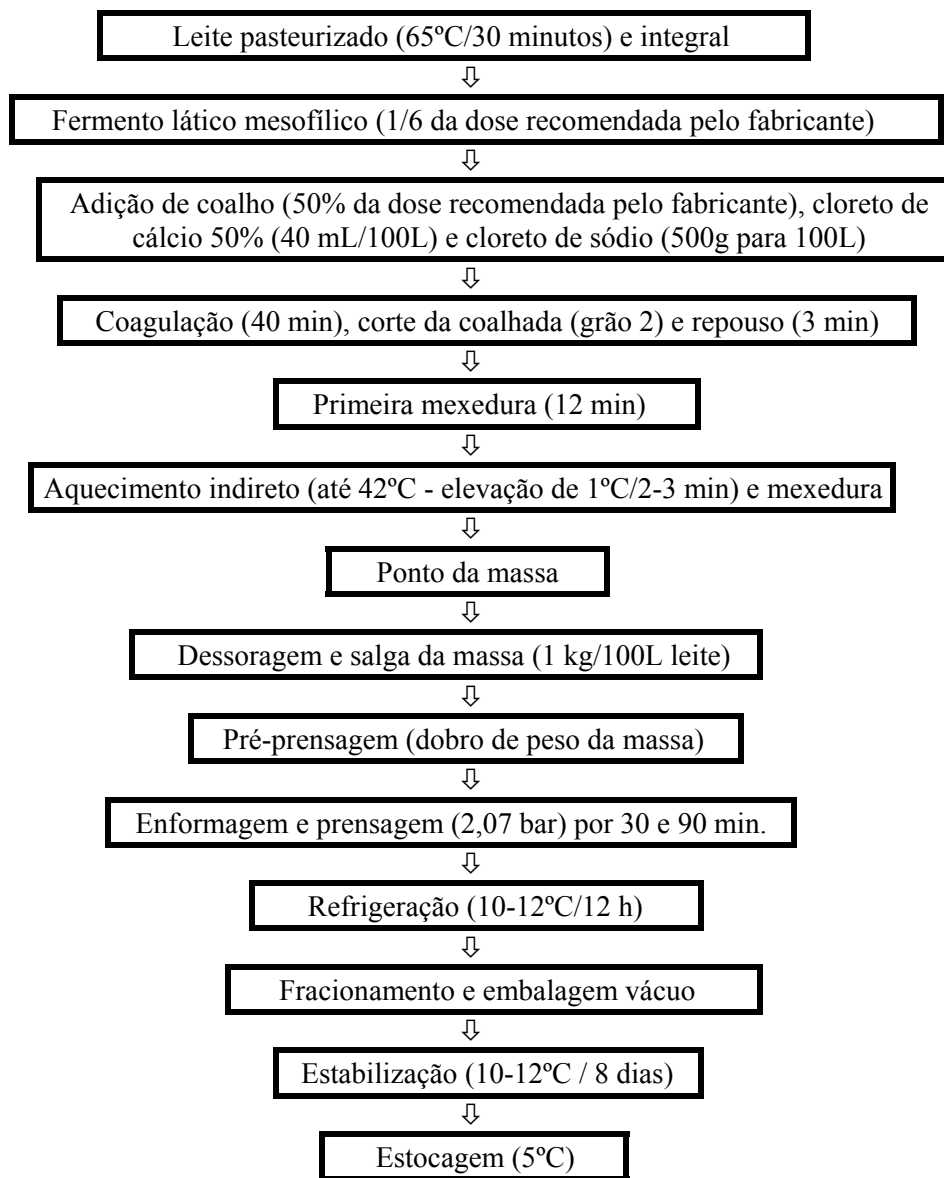


FIGURA 9 Fluxograma da fabricação do queijo de coalho de leite de búfala

O leite integral foi pasteurizado pelo processo LTLT por meio de injeção direta de vapor (65°C/30 minutos) e ajustado termicamente para 35°C, temperatura para iniciar a fabricação dos queijos. O fermento láctico mesofílico liofilizado (DVS[®] - Chr. Hansen), homofermentativo, não produtor de gás, constituído por cepas mistas de *Lactococcus lactis* subesp. *cremoris* e *Lactococcus lactis* subesp. *lactis* foi adicionado na proporção de 1/6 da dose recomendada pelo fabricante. Foram adicionados, posteriormente: cloreto de cálcio 50% (m/v) em dose convencional (40mL/100L de leite), o coalho líquido comercial (Chr Hansen) na proporção de 50% da dose recomendada pelo fabricante e cloreto de sódio (0,5 kg/100L de leite).

A coagulação do leite ocorreu em 40 minutos, a 35°C e a coalhada foi cortada com as liras horizontal e vertical, no sentido longitudinal e com a lira vertical no sentido transversal para a obtenção de grãos número 2, visto que o recomendado para o queijo de coalho de leite de vaca deve situar-se entre os números 3 e 4. O tamanho maior nos grãos objetiva conferir teor mais elevado na umidade do queijo e, conseqüentemente, deixá-lo menos seco. Após o corte, foi realizado um repouso por 3 minutos, para evitar o agrupamento excessivo dos grãos. A mexedura foi iniciada e mantida constante, não sendo necessário iniciá-la de forma lenta, uma vez que os grãos adquirem forma muito rápido após o corte, diferenciando muito daquela do leite de vaca. Essa etapa deve ser feita ininterruptamente para que os grãos não se aglomerem, pois, com leite de búfala, torna-se muito mais fácil de acontecer do que no leite de vaca e durou, aproximadamente, 10 minutos.

O aquecimento da massa foi indireto com vapor na camisa do tanque, sendo lento, de maneira a elevar 1°C a cada 2 a 3 minutos, até atingir a temperatura final de 42°C. A mexedura foi contínua durante a fase de aquecimento e até alcançar o ponto da massa, a fim de permitir aquecimento e dessoragem uniforme dos grãos. O ponto da massa foi observado de 25 a 30

minutos depois do corte da coalhada. Neste momento, os grãos apresentavam-se firmes e, ao serem compactados na palma da mão, formavam um bloco que se desmancha facilmente e, lembrando o ponto de queijo prato de 3 kg, portanto, bem firmes e secos, parecidos a “coco ralado”.

A dessoragem foi realizada para a obtenção de um queijo de textura aberta. A massa foi deixada assentar no fundo do tanque, com a retirada total do soro. O sal foi adicionado a seco, diretamente na massa do queijo, na proporção de 1 kg/100L de leite. Após a distribuição do sal, realizou-se a pré-prensagem da massa, com a colocação das placas de pré-prensagem com o dobro do peso da massa de queijo, por 15 minutos.

Os queijos foram envolvidos em dessoradores e colocados dentro de formas próprias, com capacidade de 2 kg. Após enformagem, foram levados para a prensa no sistema convencional. A primeira prensagem durou cerca de 30 minutos a uma pressão de 2,07 bar e a segunda, após viragem, por mais uma hora e meia, à mesma pressão. Após esse tempo, os queijos foram retirados da prensa e dessoradores e levados para a câmara, a 10°-12°C, até o dia seguinte (12h). No outro dia, foram retirados das formas e fatiados manualmente, na proporção de 12 tabletes por fôrma. Os queijos fracionados foram acondicionados em embalagem termo-encolhível com 4 a 6 unidades. Apenas o vácuo foi feito na embalagem e esta foi soldada, para que o sistema de encolhimento não deformasse a embalagem final e, conseqüentemente, danificasse os queijos. Caso sejam comercializados com palitos (para churrasco), os mesmos podem ser inseridos nos tabletes de queijo antes da embalagem de forma manual ou por equipamento apropriado existente no mercado.

Os queijos foram mantidos em uma câmara fria, a 10°-12°C, durante 8 dias após a fabricação, para que as bactérias lácticas pudessem agir, formando os compostos que vão dar melhores características sensoriais ao produto. Após esse

período, os queijos foram acondicionados em câmara fria, a 5°C, para estocagem por até 30 dias.

4.2.2 Composição física, química e físico-química do leite de búfala cru

O leite de búfala cru foi analisado quanto aos aspectos físicos, químicos e físico-químicos para validação da sua qualidade, conforme apresentado na Tabela 5.

TABELA 5 Valores físicos, químicos e físico-químicos médios do leite de búfala cru usado na fabricação dos queijos de coalho, com suas respectivas variações. Média de 6 repetições

Variáveis	Valores	Valores mínimo e máximo
Alizarol a 78°GL	normal	-
Acidez titulável *	0,17	0,15-0,18
pH	6,60	6,50-6,70
Índice crioscópico (°H)	-0,543	-0,538-(-)0,546

* % (m/v) de compostos ácidos expressos como ácido láctico

No teste de alizarol, todas as amostras apresentaram-se normais, mostrando que o leite apresentava-se estável ao tratamento térmico e posterior processamento. Esse teste estima a estabilidade térmica do leite em presença de solução alcoólica e indicador de acidez. O álcool promove a desestabilização das micelas e estas podem coagular quando o leite apresenta elevada acidez ou desequilíbrio salino (Pereira et al., 2001).

Para a acidez titulável, o valor médio encontrado de 0,17% (m/v) de compostos ácidos expressos como ácido láctico foi inferior ao obtido por Neves

(1985), que foi de 0,19%. No entanto, Melício et al. (2005) obtiveram valores variando de 0,14% a 0,27% durante os 8 meses de lactação. A acidez titulável de 0,17% (m/v) de compostos ácidos expressos como ácido láctico encontrada neste trabalho foi mais baixa devido à localização do laticínio na mesma propriedade em que os animais eram ordenhados e, portanto, o leite não era estocado, saindo direto da ordenha para o processamento. Outro fator que pode ter contribuído é a época de realização do experimento, que coincidiu com o período de início da lactação das búfalas, que forneceram um leite com menor teor de proteínas, as quais podem exercer efeito tamponante sobre a acidez titulável, especialmente as caseínas, que apresentam em sua constituição dezenas de aminoácidos com características anfotéricas. Em presença de substância alcalina, esses aminoácidos passam a reagir como ácido, ou seja, o elevado teor de caseínas possui efeito tampão na titulação acidimétrica do leite de búfala, ocasionando elevação da acidez (Nader Filho et al., 1996).

O pH médio determinado de 6,60 foi semelhante ao encontrado por Furtado (1980), situado entre 6,60 e 6,90.

O índice crioscópico do leite, usado em vários países para a verificação de possível adulteração do leite com adição de água, indica o valor encontrado abaixo do ponto de congelamento da água pura. O valor médio encontrado de $-0,543^{\circ}\text{H}$ para o leite de búfala foi semelhante ao encontrado por Cockrill et al. (1984), que consideram o índice crioscópico médio para leite bubalino de $-0,544^{\circ}\text{H}$. Valores próximos a $-0,530^{\circ}\text{H}$, ou mais próximo de zero, são relativos a leite adulterado. Cunha Neto et al. (2005) encontraram, para o leite de búfala, o valor médio do índice crioscópico de $-0,553^{\circ}\text{H}$.

4.2.3 Composição física, química e físico-química do leite de búfala pasteurizado

Após verificação da qualidade do leite para a fabricação dos queijos, o mesmo foi pasteurizado por injeção direta de vapor até atingir 65°C, permanecendo nessa temperatura por 30 minutos e analisado quanto a sua composição física, química e físico-química. Os resultados estão apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 Valores físicos, químicos e físico-químicos médios do leite de búfala pasteurizado por injeção direta de vapor, com suas respectivas variações. Média de 6 repetições

Constituintes	Valores	Valores mínimo e máximo
Densidade a 15°C (g/mL)	1,030	1,028-1,032
Índice crioscópico (°H)	- 0,490	- 0,474- (-)0,502
Incorporação de água (% m/v)	9,00	5,60-11,2
Extrato seco total (% m/m)	14,90	14,70-15,40
Umidade (% m/m)	85,10	85,30-84,70
Gordura (% m/m)	4,92	4,26-5,45
Proteína (% m/m)	4,25	3,98-4,64
Lactose (% m/m)	5,06	5,06-5,12

A densidade obtida foi semelhante à citada por Ferrara & Intrieri (1992), que encontraram valores entre 1,026 a 1,033 g/mL. Observou-se que, à medida que a lactação avançou, a densidade diminuiu. A razão disso foi que o trabalho iniciou-se no começo do período da lactação das búfalas, no qual o leite se encontrava com um teor mais baixo de gordura. À medida que avançou a

lactação, a produção diminuiu e ocorreu a elevação de alguns compostos, como a gordura. De acordo com Walstra & Jenness (1984), a densidade sofre alterações em função das variações dos componentes do leite, principalmente a gordura, pois teores mais elevados de gordura proporcionam densidades menores. A densidade também foi influenciada pelo sistema de pasteurização do leite por injeção de vapor, que causou incorporação de água no leite, alterando o valor desse parâmetro.

O índice crioscópico do leite pasteurizado diminuiu em relação ao leite cru, passando, em média, de $-0,543^{\circ}\text{H}$ para $-0,490^{\circ}\text{H}$. Essa redução foi devido à pasteurização do leite por injeção direta de vapor que causou uma incorporação média de água de 9% (m/v). Resultados semelhantes foram encontrados por Silveira & Abreu (2003) com o sistema de injeção de vapor para pasteurização de leite de vaca para fabricação de queijo prato (média de 9,4% m/v).

O extrato seco total médio encontrado para o leite de búfala (14,9% m/m) foi, em média, 7,4% menor que o citado pela FAO (1991), que é de 16g/100g. Esse valor inferior foi devido ao menor teor de gordura do leite, como pôde ser observado na Tabela 6, pois, como é sabido, o extrato seco total constitui todos os componentes do leite, com exceção da água. Além disso, o leite foi pasteurizado por injeção direta de vapor, que permite incorporação de 9% (m/v) de água ao mesmo, em média, o que contribuiu para a diluição dos constituintes e um aumento do teor de umidade.

O teor médio de gordura encontrado no leite de 4,92% (m/m) foi baixo comparado ao obtido por Youssef & Khattab (1997), situado entre 5,5% e 8,5% (m/m). Segundo Fernandes et al. (2005), o teor de gordura em bubalinos no Brasil mantém-se sempre acima de 5,5% (m/m), sendo esta uma característica particular da espécie. Este teor mais baixo observado justifica-se pela época de realização do trabalho, que coincidiu com o período de início da lactação das búfalas. O teor tende a aumentar com o avançar da lactação, pois à medida que a

produção diminui, ocorre elevação de alguns compostos, como a gordura. Outra causa para esse valor inferior foi o tipo de pasteurização do leite, por injeção direta de vapor, que incorporou água, diluiu o extrato seco total e, conseqüentemente, o teor de gordura.

Para o teor de proteína, o valor médio encontrado de 4,25% (m/m) está de acordo com o esperado (3,6-5,2% m/m) segundo FAO (1991). Fernandes et al. (2005), em pesquisas nacionais, encontraram, no leite de búfalas, teores variáveis entre 3,8% e 4,5% (m/m).

Quanto à lactose, o teor médio obtido de 5,06% (m/m) foi muito próximo ao encontrado por Furtado (1980), que verificou uma variação entre 4,5% e 5,0%(m/m) para esse constituinte em leite de búfala. Alguns autores como Sindhu & Singhal (1988) e Duarte et al. (2001), observaram valores variando entre 4,83% e 5,48 %(m/m), enquanto Tonhati et al. (2005) obtiveram, em média, teor semelhante ao encontrado, ou seja, 5,06% (m/m), em leite de búfalas, em Jaboticabal, SP.

4.2.4 Composição física, química e físico-química do soro coletado 15 minutos após o corte da coalhada

A composição média dos soros coletados 15 minutos após o corte da coalhada, durante as fabricações, encontra-se na Tabela 7.

Verifica-se que a perda de componentes sólidos do leite no soro, durante a fabricação, foi mínima, principalmente de gordura e proteína, que apresentam altos teores no leite bubalino quando comparado com o bovino. Espera-se que estas perdas sejam mínimas, para que se obtenha um maior rendimento em uma fabricação de queijos. O teor elevado de lactose no soro é esperado, visto que este dissacarídeo é solúvel em água e a sua presença no soro em termos percentuais, situa-se na mesma proporção ou até mais do que o valor encontrado

originalmente no leite. Segundo Fox & Law (1991), aproximadamente 98% da lactose do leite é perdida no soro.

TABELA 7 Análises físicas, químicas e físico-químicas do soro obtido na fabricação do queijo de coalho de leite de búfala, suas respectivas variações. Média de 6 repetições

Constituintes	Valores	Valores mínimo e máximo
Extrato seco total (% m/m)	8,50	8,22-8,62
Umidade (% m/m)	91,50	91,34-91,78
Gordura (% m/m)	0,76	0,58-1,07
Proteína (% m/m)	0,86	0,51-1,10
Lactose (% m/m)	5,70	5,62-5,79
pH	6,50	6,40-6,70
Acidez titulável *	0,105	0,09-0,13

* % (m/v) de compostos ácidos expressos como ácido láctico

A acidez do soro, coletado após o corte da coalhada, constitui um dos parâmetros de controle da fabricação de queijos. A acidez deve ser, em média, 2/3 da encontrada no leite. Como se pode observar pelos dados da Tabela 7, o valor encontrado de 0,105% de compostos ácidos expressos como ácido láctico no soro correspondeu a 63% da acidez do leite, o que demonstra um bom controle do processo de fabricação.

4.2.5 Composição centesimal do queijo de coalho

Os queijos, depois de embalados, foram analisados quanto à sua composição conforme apresentado na Tabela 8.

TABELA 8 Composição centesimal do queijo de coalho, após 1 dia de fabricação e suas respectivas variações. Média de 6 repetições

Constituintes	Teor % (m/m)	Valores mínimo e máximo
Extrato seco total	51,30	49,10-52,90
Umidade	48,70	47,10-50,90
Gordura	25,30	24,20-27,80
Proteína	18,55	17,16-21,12
Lactose	2,09	2,00-2,15
Cloreto de sódio	1,80	1,60-2,00

A umidade final média encontrada no queijo foi de 48,70% (m/m). A umidade do queijo não pode ser muita elevada, pois isso implica em grande separação de soro durante a fritura e amolecimento durante o assamento (Munck, 2004). Como esse queijo não possui regulamento específico, quando comparado com o teor de umidade do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho de leite de vaca (Brasil, 2001), verifica-se que o mesmo o classifica como queijo de média (36% a 45,9% (m/m)) a alta umidade (46% a 54,9% m/m). Lima (1996) encontrou valor médio de umidade para o queijo de coalho de leite de vaca pasteurizado sob refrigeração de 40,05% (m/m). Teshima et al. (2004) encontraram valores de umidade variando entre 44,60% a 46,80% (m/m). Na região do Recife, o queijo foi classificado como de alta umidade e, em Sergipe, como de alta umidade a muita alta umidade (Sena et al., 2000). Entretanto, todas essas referências são para queijo de coalho produzido com leite de vaca, visto que não existe legislação específica para este produto com leite de búfala e escassez de trabalhos publicados sobre o assunto. Além disso, devido às características específicas do leite bubalino, que apresenta micelas com maior dimensão, portanto menos hidratadas (Albano & Mincione,

1984) e pelo fato de a coalhada ter dificuldade em reter umidade e, conseqüentemente, os queijos tenderem a ser mais secos (Furtado, 1999), para que o queijo de leite de búfala apresente características semelhantes ao de vaca, a umidade deve ser mais alta.

Na padronização de queijos, a legislação brasileira preconiza não apenas o teor de gordura, mas o seu percentual em relação ao extrato seco, denominado gordura no extrato seco (GES). Para o queijo de coalho de leite de vaca, o Regulamento Técnico (Brasil, 2001) classifica-o como um queijo semigordo a extragordo, com um GES variando entre 35% (m/m) e 60% (m/m). Para o queijo de coalho de leite de búfala, o GES encontrado foi de 49,4% (m/m), o que pode ser considerado também como queijo gordo, baseado na amplitude citada. Marques et al. (2002) encontraram para queijo de coalho produzido com leite de vaca, cru e pasteurizado, ambos integrais, respectivamente, os seguintes teores de GES: 35,85% (m/m) e 42,15% (m/m). Como o leite de búfala apresenta um teor mais elevado de gordura que o bovino, a fabricação do queijo é realizada com leite integral e a perda de gordura no soro é pequena. O queijo, por sua vez, deve possuir um GES mais elevado, comparado ao de vaca. O mesmo se verifica com o teor de proteína que, no leite bubalino, é maior que no bovino e, conseqüentemente, o queijo apresenta maior teor desse constituinte. Os valores não podem ser comparados com os do leite de vaca, pois as umidades dos queijos são diferentes, o que influencia no teor de extrato seco e, conseqüentemente, no de proteína.

Quanto ao teor de cloreto de sódio, o valor médio encontrado de 1,80% (m/m) está de acordo com o obtido por Chinellato et al. (2004), que encontraram, para queijos de coalho de leite de vaca produzidos no estado do Ceará, um teor de cloreto de sódio variando entre 1,61% a 2,10% (m/m). Teshima et al. (2004) verificaram, em queijos de coalho de leite de vaca comercializados em Feira de Santana, BA, teor de cloreto de sódio situado ente 1,81% a 1,92% (m/m).

Observa-se que o teor de cloreto de sódio dos queijos de coalho de leite de vaca produzidos no Nordeste é elevado, comparado ao dos produzidos com o leite de búfala. O teor de NaCl em queijo varia muito conforme a indústria, a tecnologia e, principalmente, quanto ao mercado consumidor e pode ser facilmente ajustado conforme a conveniência.

4.2.6 Acompanhamento do pH dos queijos durante a estocagem

Os resultados da evolução do pH dos queijos são apresentados na Figura 10.

Observa-se que o pH sofreu uma queda mais acentuada entre o primeiro dia e o oitavo após a fabricação, pois os queijos foram mantidos em uma câmara fria de temperatura mais elevada (10-12°C), para que as bactérias lácticas pudessem atuar e desenvolver características sensoriais peculiares ao tipo de queijo, conforme sugerido por Munck (2004). No 8º dia, o pH encontrava-se em conformidade com o recomendado para queijos fabricados com cultura láctica, que não deve ser inferior a 5,70, de modo a evitar que o queijo derreta quando assado ou frito (Munck, 2004). Após esse período, o queijo foi levado para outra câmara fria de temperatura mais baixa que a primeira (5°C). Nesta, o pH não sofreu queda acentuada, pois a temperatura mais baixa reduziu o desenvolvimento das bactérias do fermento. Se os queijos tivessem sido acondicionados desde o dia seguinte da fabricação na temperatura de 5°C, o pH talvez estabilizaria acima ou com ligeiro decréscimo.

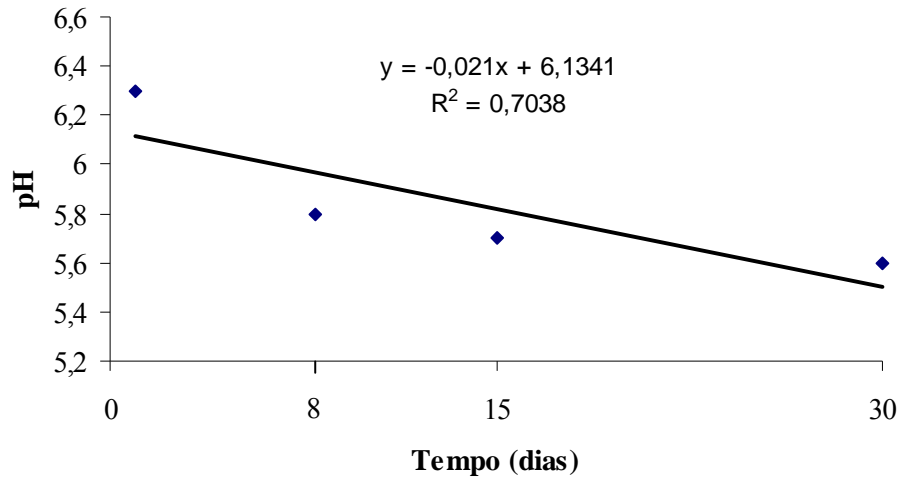


FIGURA 10 Evolução do pH dos queijos de coalho de leite de búfala, durante 30 dias de estocagem em câmara fria

A tecnologia do queijo de coalho gera uma massa não lavada e de baixa fermentação e, portanto, apresenta elevado teor de lactose residual. Além disso, o leite de búfala naturalmente já apresenta teor mais elevado de lactose, quando comparado ao de vaca, e, como nessa fabricação usou-se fermento láctico, mesmo que em dosagem reduzida, esta queda de pH era esperada. O pH varia muito nos queijos de coalho de vaca. Por exemplo, no estado do Ceará, situa-se na faixa de 4,90 a 6,37 (Sebrae, 1998; Nassu et al., 2001). Cavalcante et al. (2005) verificaram que o pH do queijo de coalho de leite de vaca fabricado com cultura láctica endógena isolada do queijo de coalho artesanal foi de 5,30 no dia seguinte à fabricação do mesmo. Segundo Munck (2004), o valor de 5,70 de pH no queijo de coalho é o limiar para o início do derretimento quando assado e, portanto, a descaracterização do produto.

Além disso, o consumo desse queijo deve ser rápido, pois, quanto mais elevado o pH, melhor a resistência ao derretimento. O próprio Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho, Instrução Normativa nº30, de 26 de junho de 2001 (Brasil, 2001), indica que o mesmo deve ser comercializado normalmente com até 10 dias de fabricação. Nesse caso, a temperatura utilizada nos 8 primeiros dias (10-12°C) é um pouco superior à encontrada nos balcões refrigerados de supermercados (até 10°C) e, portanto, o envio do queijo diretamente para o supermercado após sua fabricação, como muitas indústrias fazem, seria suficiente para alcançar as características sensoriais durante sua exposição, embora o sabor não fosse tão evidente nos primeiros dias.

4.2.7 Acompanhamento da proteólise durante a estocagem

Durante o período de estocagem dos queijos sob refrigeração os mesmos foram avaliados quanto aos índices de proteólise.

4.2.7.1 Extensão da proteólise (relação % $NS_{pH4,6}/NT$)

A relação percentual $NS_{pH4,6}/NT$ dos queijos de coalho de leite de búfala durante o período de estocagem, está apresentada na Figura 11.

Essa relação, também conhecida como extensão da proteólise, é um índice que quantifica, principalmente, peptídeos oriundos da ação de peptidases do coagulante.

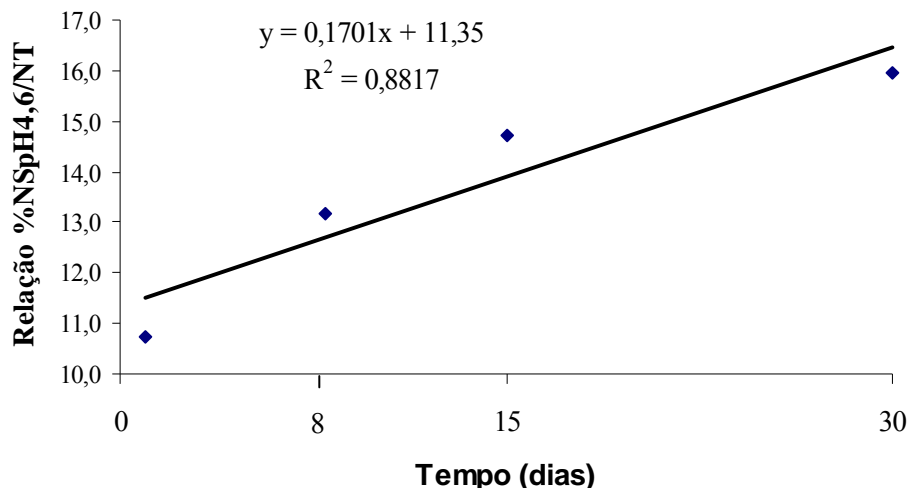


FIGURA 11 Extensão de proteólise dos queijos de coalho de leite de búfala durante 30 dias de estocagem em câmara fria. Valores médios obtidos de 6 fabricações

O aumento da relação $NS_{pH4,6}/NT$ é esperada durante a estocagem, uma vez que as enzimas oriundas, principalmente, do coagulante vão degradando a matriz caseínica e produzindo peptídeos de massa molecular elevada, que são solúveis, e vão aumentando seus teores em relação ao nitrogênio total dos queijos com o passar do tempo. Verifica-se que, embora a quantidade de coagulante utilizado na fabricação dos queijos tenha sido reduzida, ou seja, 50% da dose recomendada pelo fabricante, verificou-se elevação na extensão da proteólise. Sabe-se que quanto maior o teor de umidade de um queijo, mais rápida e intensa se dará a proteólise e, por conseqüência, mudanças na consistência e no sabor do queijo. Além disso, baixos teores de cloreto de sódio também colaboram para o aumento da degradação protéica. O aumento da concentração do cloreto de sódio provoca abaixamento na atividade de água e diminuição da disponibilidade desta para degradação protéica na reação

enzimática, caracterizada, principalmente, pela hidrólise das ligações peptídicas (Surazinski & Peterson, 1973).

Também a elevação da proteólise foi maior nos primeiros oito dias, na qual a temperatura de estocagem do queijo era mais elevada (10-12°C) do que no tempo restante (5°C). A temperatura é um fator importante durante a modificação dos processos bioquímicos e físicos que ocorrem no processo de maturação. Temperaturas elevadas aceleram a hidrólise, reduzem o tempo de maturação, alteram a atividade proteolítica das enzimas e o perfil de peptídeos formados. Em condições de refrigeração, a velocidade das reações é menor e, portanto, o processo de maturação é mais lento (Laborda & Rubiolo, 1999; Verdini & Rubiolo, 2002).

4.2.7.2 Profundidade da proteólise (relação % $NS_{TCA12\%}/NT$)

Também chamada profundidade de proteólise, esse índice quantifica, principalmente, peptídeos e aminoácidos oriundos da ação das endo e exopeptidases bacterianas (descarboxilases e desaminases) do fermento láctico.

O comportamento da profundidade da proteólise está ilustrado no gráfico da Figura 12.

Embora tenha sido utilizada uma pequena quantidade de fermento láctico, a mesma foi suficiente para degradar as proteínas do queijo liberando peptídeos e aminoácidos. As mesmas considerações feitas sobre umidade e teor de cloreto de sódio são válidas para a profundidade. Observou-se que, apesar de todos os trabalhos referentes a queijo de coalho elaborados a partir de leite de vaca se referirem apenas ao controle do pH do queijo para evitar que o mesmo derreta quando assado, a proteólise também influencia no seu derretimento. Quando comparados queijos de duas fabricações que apresentavam pH semelhante (5,7), aquele com maior tempo de estocagem (30 dias) derreteu e perdeu a forma,

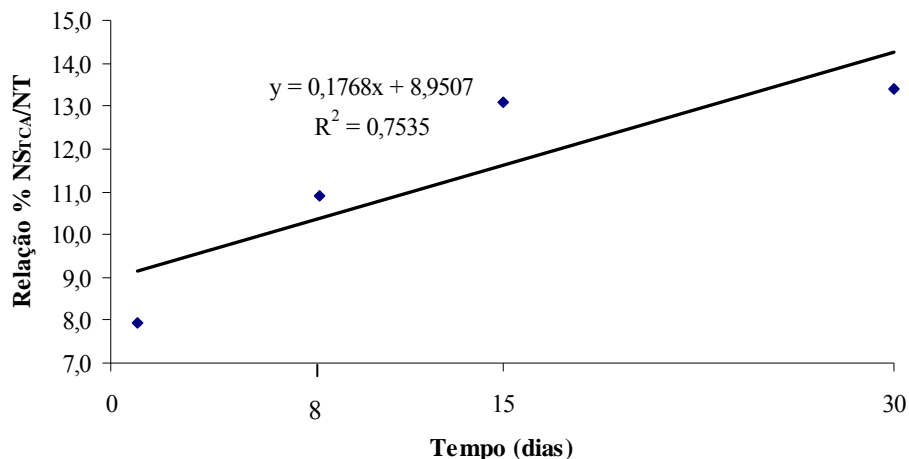


FIGURA 12 Profundidade de proteólise dos queijos de coalho de leite de búfala durante 30 dias de estocagem em câmara fria. Valores médios obtidos de 6 fabricações

enquanto o outro, que se encontrava com apenas 8 dias de fabricação, manteve sua forma quando frito. Segundo Kindstedt (1991), o derretimento é dependente da atividade proteolítica da cultura láctica empregada e dos teores de gordura e umidade do queijo. Altos teores de gordura, umidade e proteólise intensa resultam em maior derretimento.

Portanto, embora algumas indústrias apresentam prazos de validade para queijo de coalho de leite de vaca de 2 a 4 meses, a proteólise no queijo influenciará no derretimento da mesma forma que o pH e pode até ser mais influente que o último, visto que o pH é controlado pela tecnologia de fabricação. Além disso, Perez (2005), analisando atributos sensoriais e o tempo de armazenamento refrigerado (dias 20, 40, 60 e 90) de sete marcas de queijo de coalho comerciais, verificou aumento do gosto amargo ao longo do tempo para todos os queijos analisados, embora a extensão da proteólise tenha sido baixa e a

profundidade menor ainda. A formação do gosto amargo é fortemente influenciada pela proteólise primária, por ação do coagulante residual e da plasmina, formando peptídeos hidrofóbicos que causam off-flavor, como o gosto amargo, que se acumulam ao longo do tempo. Quando há atuação das enzimas do fermento láctico ou microbiota secundária, o gosto amargo desaparece com o tempo, o que não ocorreu, possivelmente, pela inibição do fermento por meio da salga, pela pequena quantidade utilizada ou a não utilização do mesmo (Perez, 2005).

Portanto, sugere-se que esse tipo de queijo seja consumido o quanto antes, com a redução do prazo de validade utilizado pelas indústrias, pois o mesmo apresentará melhores características de resistência ao derretimento e também sensoriais.

4.2.8 Acompanhamento da degradação da lactose durante a estocagem

A lactose presente nos queijos foi analisada durante o período de estocagem em câmara fria por 30 dias, conforme apresentado na Figura 13.

Com oito dias de fabricação, o teor de lactose reduziu um pouco, o que ocasionou o declínio do pH dos queijos, pois os mesmos estavam estocados em uma câmara fria com temperatura de 10°-12°C, para que as bactérias lácticas do fermento pudessem degradar essa lactose melhorando as características sensoriais dos queijos. Quando ocorreu mudança na temperatura, ocorreu também um decréscimo na redução da lactose, como pode ser observado na redução do pH (Figura 10). Como esse queijo apresenta baixa fermentação e a massa não é lavada, o mesmo apresenta um teor considerável de lactose residual, que confere escurecimento no queijo (Reação de Maillard), quando exposto ao calor.

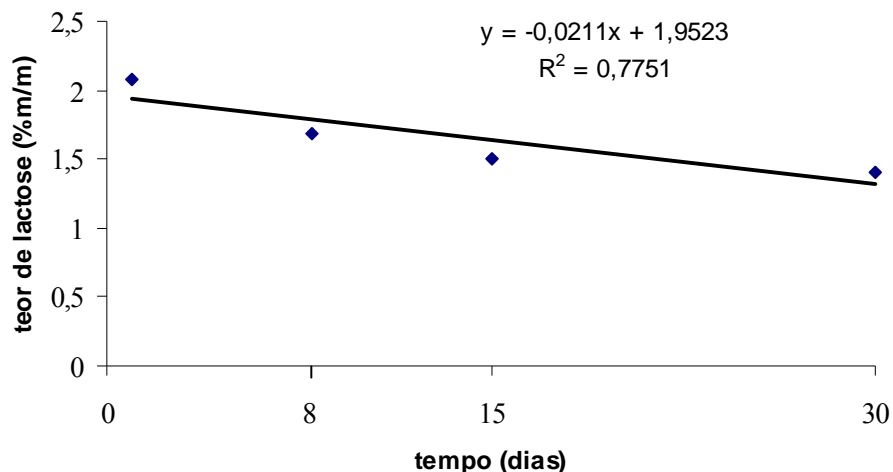


FIGURA 13 Acompanhamento da degradação da lactose nos queijos de coalho de leite de búfala durante 30 dias de estocagem em câmara fria. Valores médios obtidos de 6 fabricações

4.2.9 Rendimento das fabricações

Seguem-se as diferentes formas de expressão de rendimento de fabricações dos queijos.

4.2.9.1 Rendimento, em L/kg

O rendimento econômico é amplamente utilizado pela indústria, segundo Furtado (1999). O mesmo é monitorado pelos queijeiros para controle do processo, visando medir o desempenho da fabricação. É o rendimento mais simples de ser calculado, dado em litros de leite gastos em uma fabricação para se produzir um quilo de queijo.

Para o queijo de coalho de leite de búfala, o rendimento obtido foi, em média, de 5,62 L/kg. Devido às características próprias do leite de búfala, que apresenta altos teores de sólidos totais e, conseqüentemente, mais proteínas,

cálcio e gordura, esse rendimento mais alto já era esperado, quando transformado em queijo. Segundo Nader Filho (1984), o leite de búfala apresenta rendimento industrial 40% superior ao de leite de vaca na elaboração de produtos lácteos. No queijo de coalho de leite de vaca, o mesmo situa-se em 8,5 L/kg (Munck, 2006)*. Nesse caso, o rendimento do queijo de coalho de leite de búfala foi 33,8% maior em relação ao queijo produzido com leite de vaca. No entanto, o mesmo pode ser maior quanto maior o teor de gordura do leite de búfala que, no trabalho, apresentou-se baixo (4,92% m/v).

4.2.9.2 Produção ajustada

No dia-a-dia de uma fábrica de queijos é muito difícil obter queijos de diferentes lotes de produção com a mesma composição físico-química por melhor que seja o controle de qualidade da matéria-prima e do processo de fabricação (Furtado, 1999). Sendo assim, para se realizar a análise comparativa do rendimento de fabricação, é necessário fazer o ajuste do teor de umidade nos resultados. Dessa forma, é possível padronizar o rendimento e verificar se realmente houve diferenças entre produções distintas. Pode-se ter uma produção em que o volume gasto de leite foi bem menor que em outra, porém, nem sempre isso se traduz em maior rendimento. Nesse ajuste do teor de umidade pode ser utilizado um padrão interno da fábrica, um valor da literatura ou o exigido pela legislação vigente (Costa Júnior, 2006).

Na Figura 14 são apresentados diferentes valores de rendimento de fabricação do queijo de coalho fabricado com leite de búfala. Como não existem trabalhos sobre este queijo, tampouco legislação específica para o produto, os cálculos de rendimento ajustado foram realizados utilizando-se os valores de umidade encontrados para esse queijo produzido com leite de vaca.

*MUNCK, A.V. Comunicação técnica. Juiz de Fora, 2006

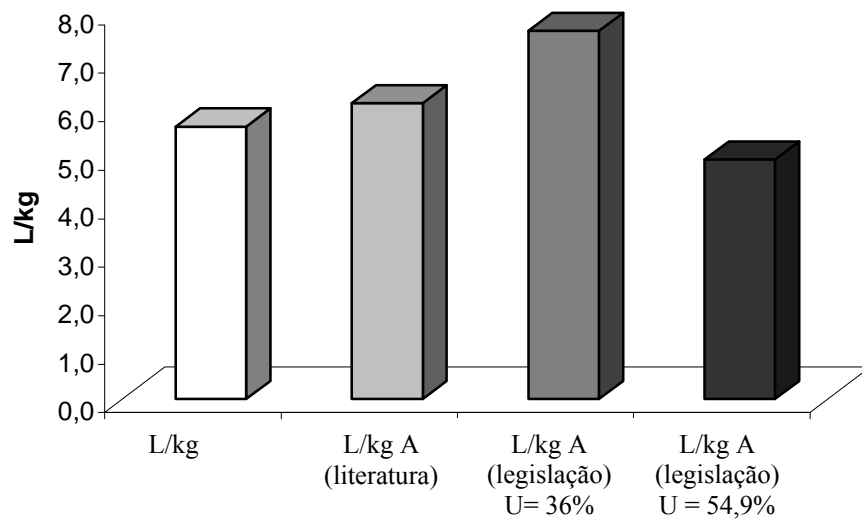


FIGURA 14 Efeito comparativo de diferentes formas de cálculo de rendimento em fabricações de queijos de coalho de leite de búfala

Quando se compara o rendimento L/kg com o L/kg ajustado (L/kgA), utilizando-se o valor médio de umidade de 46,00% (m/m) para queijo de coalho de leite de vaca sugerido pela literatura (Munck, 2004), observa-se que o rendimento diminuiu de 5,62 L/kg para 6,10 L/kg, devido ao teor mais alto de umidade encontrado neste trabalho com o queijo de coalho (48,70% m/m).

Outra maneira de ajustar a produção é comparar com os teores de umidade exigidos pela legislação, no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho, que o classifica como queijo de média (36% a 45,9% m/m) a alta umidade (46% a 54,9% m/m), segundo Brasil (2001). Nesse caso, foi utilizado o teor de umidade mínimo (36% m/m) e máximo (54,9% m/m), visto que o valor intermediário já foi utilizado com o sugerido pela

literatura. O rendimento L/kg ajustado foi de 7,59 L/kg e 4,94 L/kg, para os teores de umidade de, respectivamente, 36,0% e 54,9% (m/m).

Obviamente, quando se diminui o teor de umidade do queijo, aumenta a quantidade de leite para produzir um kg de queijo. Embora o teor de umidade de 36,0% (m/m) para o queijo de coalho possa ser considerado baixo, Chinelate et al. (2004) encontraram tal valor quando analisaram queijos de coalho produzidos no estado de Ceará. No entanto, verifica-se uma queda no rendimento de fabricação, o que não é muito viável economicamente em uma fabricação. Também, se, por um lado, teores elevados de umidade como o de 54,9% (m/m) aumentam muito o rendimento, por outro lado, causam problemas no queijo com grande separação de soro durante a fritura e amolecimento durante o assamento (Munck, 2004).

4.2.9.3 Rendimento técnico

O rendimento técnico pode ser calculado pelo método empírico ou técnico, utilizando-se para isso, dados físicos, químicos e físico-químicos referentes à composição do leite, do soro e do queijo obtidos.

4.2.9.3.1 Rendimento técnico - método empírico

O rendimento técnico obtido pelo método empírico baseia-se nos teores de gordura do soro coletado 15 minutos após o corte da coalhada, e de gordura do leite, para calcular a perda percentual deste constituinte na fabricação. No queijo de coalho fabricado com leite de búfala, o rendimento técnico obtido foi, em média, de 15,3% de perda de gordura. Embora o leite de búfala apresente um alto teor de gordura, a sua perda no soro pode ser considerada pequena. A falta de trabalhos a respeito e, conseqüentemente, de literatura especializada, impede a comparação dos dados obtidos.

4.2.9.3.2 Rendimento técnico - método técnico

Quando o rendimento é calculado pelo método técnico, são considerados a produção obtida, a densidade do leite e soro, os teores de gordura do leite e soro e a quantidade de leite. Nesse caso, a perda de gordura no soro, calculada pelo método técnico foi, em média, de 12,7%. Nota-se que houve diminuição de 20,8% do método técnico para o empírico.

Do mesmo modo que se calcula a perda de gordura no soro pelo método técnico, é possível calcular a perda de outros constituintes, como a proteína. Nesse caso, a perda de proteína no soro foi, em média, de 16,7%. Quanto à comparação com outros trabalhos, a mesma consideração feita no método empírico se aplica nesse caso.

4.2.10 Atributos sensoriais

Os resultados encontrados nas análises sensoriais, sejam na análise descritiva quantitativa modificada (ADQM) como no teste de aceitação, são descritos a seguir.

4.2.10.1 Aspecto global

A primeira característica sensorial avaliada pelos provadores, na ADQM, foi o aspecto global do queijo de coalho, no qual o produto foi considerado como típico ou atípico. O queijo de coalho de leite de búfala apresentou um escore médio de 9,86, em uma escala de 15 pontos, apresentando valores mínimo e máximo, respectivamente, de 7,9 e 13,6. O produto novo apresentou-se tendendo às características típicas do queijo de coalho. Provavelmente, o que influenciou nesse requisito foi a cor externa do queijo, que é mais branca devido às características inerentes do leite, como a ausência quase total de β -caroteno (pró-vitamina A) em sua gordura e, portanto, se apresentar muito mais branco quando comparado ao leite bovino (Benevides, 1998).

Outro fator que pode ter influenciado neste escore foi a textura que no queijo de coalho típico, é bem aberta, pois ele não é prensado e, no queijo de coalho de leite de búfala, apresentou pequeno número de olhaduras mecânicas, devido à pré-prensagem e à prensagem realizadas na fabricação.

4.2.10.2 Cor externa

A cor externa do queijo foi definida entre clara e escura e, para o queijo de coalho de leite de búfala, o escore médio foi de 9,07, aproximando-se da cor escura. Os valores mínimo e máximo obtidos neste requisito foram respectivamente, 7,9 e 10,7.

Essa cor externa do queijo quando frito foi devido à reação de Maillard. O queijo de coalho, por ser um queijo de massa não lavada e com baixa fermentação, apresenta alto teor de lactose e, quando ele é frito ou assado, surgem reações induzidas pelo calor que se iniciam com a reação entre o grupamento carbonila ou cetona do açúcar redutor e o grupo amino de aminoácidos, peptídeos ou proteínas. O resultado é a presença de pigmentos escuros denominados melanoidinas (Araújo, 1995). A hidrólise dos grandes peptídeos para peptídeos menores e aminoácidos, que ocorre por meio da ação das culturas lácticas inicialmente adicionadas ao leite, tem papel crucial no desenvolvimento das características de escurecimento do queijo (Kindstedt & Guo, 1997). Embora esse queijo com 8 dias de fabricação apresentasse um teor de lactose mais baixo comparado ao queijo recém-fabricado, que poderia receber escore máximo, essa lactose foi envolvida na reação de Maillard, causando uma diminuição no seu escore.

4.2.10.3 Odor característico

Os provadores atribuíram escore médio de 7,43 para o odor característico do queijo de coalho, com valores mínimo e máximo,

respectivamente, de 5,3 e 8,6, em uma escala de 15 pontos, no qual o extremo era odor muito pronunciado. O odor característico foi considerado aproximadamente no meio da escala como pronunciado ou normal e está de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo Coalho, Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001, para queijos elaborados com leite de vaca, que o caracteriza como um queijo de odor ligeiramente ácido de coalhada fresca (Brasil, 2001).

4.2.10.4 Resistência ao derretimento

Uma das características sensoriais mais importantes para o queijo de coalho e que determina a escolha na compra do produto é a resistência ao derretimento. O queijo, geralmente, é consumido espetado em um palito e assado em brasa e, portanto, se ele derreter quando aquecido, pode se soltar, o que é indesejável.

Neste atributo, o escore médio dado foi de 12,51, em escala de 15 pontos, em que a extremidade com o maior valor representa a resistência ao derretimento definida. Esse valor foi devido ao pH médio do queijo que se apresentava em 5,8 e, portanto, dentro do recomendado por Munck (2004), para queijo fabricado com fermento (pH 5,7). A resistência ao derretimento é maior quanto mais elevado o pH, o que é alcançado quando o queijo é fabricado sem fermento (pH 6,3-6,5) (Munck, 2004). Os escores mínimo e máximo desse atributo sensorial foram, respectivamente, de 11 e de 13,7.

4.2.10.5 Textura

Para o atributo textura, o escore médio atribuído pelos provadores treinados foi de 2,39, em uma escala de 15 pontos, em que a extremidade maior da escala representa a textura aberta e, na outra extremidade, a textura fechada.

Os escores mínimo e máximo desse atributo sensorial foram de 1,4 e de 3,5, respectivamente.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho de leite de vaca não define a textura do queijo, que pode ser tanto compacta (sem olhaduras mecânicas) como aberta com olhaduras mecânicas (Brasil, 2001). No caso do queijo de coalho de leite de búfala, a tecnologia proposta foi para a obtenção de textura aberta, com a salga do queijo a seco, pois a massa seria misturada manualmente até que esta resfriasse e, posteriormente, apresentasse dificuldade de soldar os grãos, no intuito de formar olhaduras mecânicas (Munck, 2004). Esse objetivo foi alcançado, pois o queijo apresentou pequenas olhaduras mecânicas, que não foram maiores, pois o queijo foi pré-prensado e prensado, por isso o escore apresentou-se, em média, de 2,39. No queijo de coalho fabricado no Nordeste, a massa não é prensada e por isso apresenta uma textura bastante aberta.

Esse atributo apresentou o maior coeficiente de variação de 21,7%. Isso pode ser explicado pela variação no teor de cloreto de sódio do queijo, que foi de 1,60% a 2% (m/m), e que pode ter causado tal diferença na textura.

4.2.10.6 Ranger ao mastigar

O queijo de coalho apresenta a característica de ranger ao mastigar, por ser um queijo “borrachento”. O escore médio para esse atributo sensorial foi de 12,48, em uma escala de 15 pontos, com a extremidade maior da escala representada por esta característica ser intensa e na outra extremidade ausente. Os escores mínimo e máximo desse atributo sensorial foram, respectivamente, de 10,5 e 13,5.

De acordo com a avaliação dos provadores, o atributo “ranger ao mastigar” aproxima-se do intenso, o que é desejável neste queijo. Essa característica relaciona-se com a consistência semidura e elástica que este queijo

deve apresentar conforme o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho (Brasil, 2001).

4.2.10.7 Gosto salgado

O gosto salgado foi outro atributo avaliado pelos provadores treinados que apresentou um escore médio de 7,19, com valores mínimo e máximo, respectivamente, de 5,8 e 8,1. O gosto salgado foi analisado em uma escala de 15 pontos, no qual a extremidade maior representava o gosto salgado forte e, na outra, fraco.

De acordo com os provadores, o gosto salgado foi intermediário, pois o teor médio de cloreto de sódio dos queijos foi de 1,8% (m/m). Verifica-se que os queijos de coalho produzidos no Nordeste apresentam um teor de cloreto de sódio mais elevado, o que causa um gosto salgado mais intenso, provavelmente pelo consumo desse queijo como aperitivo nas praias, onde é largamente vendido. Por exemplo, nos queijos artesanais produzidos no estado do Ceará, o teor de cloreto de sódio encontrado foi, em média, de 3,3% (m/m) (Andrade et al., 2005). No entanto, para a região Sudeste, o teor de cloreto de sódio do queijo de coalho de leite de búfala foi considerado normal pelos provadores, provavelmente pelo hábito de consumo de produtos com um teor de cloreto de sódio menor do que no Nordeste.

4.2.10.8 Gosto ácido

O gosto ácido do queijo de coalho foi avaliado pelos provadores treinados com escore médio de 1,94, em uma escala de 15 pontos, com a extremidade maior da escala representada pelo gosto ácido muito pronunciado e na outra extremidade, ausente. Os escores mínimo e máximo desse atributo sensorial foram, respectivamente, de 1,4 e 3,0.

O gosto ácido no queijo de coalho relaciona-se com a fermentação da lactose originando ácido láctico, pelas bactérias lácticas do fermento, principalmente, além de outras bactérias que não foram eliminadas pela pasteurização e contaminantes. O ácido láctico, por sua vez, causa redução no pH, que altera as características do queijo, principalmente de resistência ao derretimento. No queijo de coalho de leite de búfala, os provadores atribuíram um gosto ácido mais próximo do ausente, o que é sensorialmente desejável, pois o gosto muito pronunciado pode causar rejeição do produto pelo consumidor.

4.2.10.9 Sabor

O sabor é um dos atributos que influenciam na aceitação do produto pelo consumidor, pois o queijo de coalho pode apresentar bons aspectos avaliados visualmente, como aspecto global, resistência ao derretimento e cor externa, no entanto, o sabor pode não ser agradável. Para esse atributo, o escore médio obtido foi de 8,13, com valores mínimo e máximo, respectivamente de 7,1 e 9,1, em uma escala de 15 pontos, na qual a extremidade maior representa sabor muito pronunciado e na outra, ausente.

O sabor do queijo de coalho de leite de búfala era esperado que fosse pronunciado, pois o mesmo foi fabricado utilizando-se culturas lácticas. Segundo Munck (2004), a utilização de leite pasteurizado sem o uso de fermentos específicos certamente resultará em queijos com ausência do sabor característico. Além disso, o queijo foi analisado sensorialmente após oito dias de fabricação e, nesse período, foi mantido em uma câmara a 10°-12°C, o que, segundo Munck (2004), é o ideal para que as bactérias lácticas ajam formando os compostos que vão dar sabor e aroma no produto.

4.2.10.10 Coeficientes de correlação entre os atributos de qualidade sensorial

A Tabela 9 apresenta a correlação linear simples (correlação de Pearson) dos atributos de qualidade analisados no queijo de coalho fabricado com leite de búfala.

Observa-se uma baixa correlação entre os atributos. Os maiores valores foram para aparência global com ranger ao mastigar ($r = 0,38$) e cor externa com odor característico ($r = 0,36$) que, mesmo assim, podem ser considerados baixos. Essa análise permite concluir que não há redundância entre os atributos de qualidade utilizados na análise sensorial.

TABELA 9 Coeficientes de correlação entre os atributos de qualidade sensorial do queijo de coalho de leite de búfala

Atributo	Aparência global	Cor externa	Odor caract.	Resistência ao derretimento	Textura	Ranger ao mastigar	Gosto salgado	Gosto ácido	Sabor
Aparência global	1								
Cor externa	0,09	1							
Odor característico	-0,26	0,36	1						
Resistência ao derretimento	0,16	-0,08	-0,31	1					
Textura	-0,13	-0,04	-0,33	0,33	1				
Ranger ao mastigar	0,38	-0,16	0,18	0,18	-0,09	1			
Gosto salgado	0,15	-0,56	-0,02	-0,42	-0,37	-0,01	1		
Gosto ácido	0,18	0,31	-0,16	-0,21	0,05	-0,10	-0,31	1	
Sabor	0,17	0,23	0,21	-0,05	0,25	0,28	-0,25	0,18	1

4.2.11 Teste de aceitação

No teste de aceitação, realizado com 100 provadores não treinados e selecionados aleatoriamente para cada fabricação, representados por pessoas que consomem e gostam de queijo obtido de leite de búfala e de queijo de coalho e que estariam dispostos a experimentar o novo produto, o escore médio foi de 7,84, em uma escala de 9 pontos, que varia de desgostei extremamente a gostei extremamente.

O queijo de coalho foi bem aceito pelos consumidores, no qual o escore médio situou-se entre o gostei ligeiramente e o gostei muito. Isso foi muito positivo, pois, por se tratar de um produto novo, poderia causar certa expectativa por parte do consumidor, de rejeição do produto. Além disso, o consumidor foi avisado sobre a origem do leite utilizado na fabricação do queijo, que não é comumente consumido, por sua dificuldade de obtenção e, também, o sabor dos derivados obtidos com leite de búfala não é muito conhecido pelo seu alto custo. O próprio queijo de coalho não apresenta um consumo habitual na região Sudeste como é na região Nordeste, embora esteja crescendo.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- Baseando-se primeiramente na tecnologia descrita para o queijo de coalho de leite de vaca, foi possível ajustes para descrever tecnologia própria para o queijo feito de leite de búfala. Nessa tecnologia, utilizou-se metade da dosagem de coalho recomendada pelos fabricantes, dosagem menor de fermento láctico em comparação com queijos tradicionais, visando menor queda no pH, menor tempo de mexedura da massa devido às características do leite de búfala, aquecimento indireto e salga na massa.
- Aspectos físico-químicos de composição e sensoriais definidos permitem a identificação e a caracterização do queijo de coalho de leite de búfala.
- Dados de rendimento de fabricação do queijo de coalho com leite de búfala permitiram demonstrar grande aproveitamento dos componentes do leite com, conseqüentemente, o mínimo de perdas no soro. Os queijos produzidos pela tecnologia proposta apresentaram rendimento de 5,62 L/kg, com teor de umidade de 48,70% (m/m) e ajuste para teor médio de umidade de 46,00%, de 6,10 L/kg.
- A tecnologia descrita para a fabricação do queijo de coalho de leite de búfala é perfeitamente aplicável às indústrias nacionais, sejam elas de pequeno, médio ou grande porte.
- O comportamento do pH durante estocagem do queijo permite a comercialização sob refrigeração, por até 30 dias, sem comprometimento das características típicas, como derretimento. O pH após a fabricação foi 6,30, atingindo, ao final de 30 dias, o valor de 5,60.
- Os diversos atributos sensoriais avaliados por provadores treinados indicaram bons resultados para esse novo produto.

- A aceitação do produto pelo consumidor pode ser considerada boa e promissora, em se tratando de um novo produto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia proposta no trabalho pode sofrer adaptações de acordo com as características de cada indústria, a quantidade produzida e o produto final desejado. O queijo de coalho fabricado com leite de búfala apresenta características físicas, químicas, físico-químicas e sensoriais diferentes do queijo de coalho de leite de vaca e, portanto, sugere-se a criação de um padrão de identidade e qualidade desse queijo pelos órgãos competentes, o que não existe atualmente, ao contrário daquele obtido de leite de vaca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBANO, F.; MINCIONE, B. Recenti progressi nella conoscenza delle proteine del latte di búfala. In: CONGRESSO INTERNAZIONALE SULL'ALLEVAMENTO BUFALINO NEL MONDO, 1., 1984, Caserta, **Anais...** Caserta, Istituto Nazionale di Economia Agrária, 1984. p. 189-201.
- ANDRADE, A. A. et al. Características físico-químicas de queijos de coalho industriais e artesanais produzidos no estado do Ceará. . In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 23., 2005, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, EPAMIG, 2005. 1 CD-ROM
- ANIMALINFO. **Wild Asian Buffalo**. Disponível em: <www.animalinfo.org>. Acesso em: 13 set. 2004.
- AQUINO, F.T.M. **Produção de queijo de coalho no Estado da Paraíba: acompanhamento das características físico-químicas do processamento**. 1983. 81p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Centro de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. Viçosa, MG: UFRV, 1995. p.335
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE BÚFALO. **Derivados de leite de búfalos**. 2004. Disponível em: <www.bufalo.com.br/leite.htm> Acesso em: 10 set. 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE BÚFALO. **Os búfalos no Brasil**. 2006. Disponível em: <www.bufalo.com.br>. Acesso em: 12 jul. 2006.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 14.ed. Arlington: Sidiney Willians, 1984. 1141 p.
- BENEVIDES, C.M. de J. Leite de búfala: qualidades tecnológicas. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.12, n.54, p.70, mar./abr. 1998.
- BLEY, M.E.; JOHNSON, M.E.; OLSON, N.F. Factors affecting nonenzymatic browning of process cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.68, n.3, p.555-561, mar. 1985.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico de identidade e qualidade dos queijos. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 11 de março de 1996, Seção 1, Página 3977.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico de identidade e qualidade de queijo de coalho. Instrução Normativa n. 30, de 26 de junho de 2001. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 de julho de 2001, Seção 1, Página 13.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos. Instrução Normativa n. 68, de 12 de dezembro de 2006. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 de dezembro de 2006, Seção 1, Página 8.

CAVALCANTE, J.F.; ANDRADE, N. J. DE; JUNCAL, L.F.; FURTADO, M.M. Avaliação dos índices de extensão e profundidade de proteólise do queijo coalho. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 23., 2005, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, Epamig, 2005. 1 CD-ROM

CHINELATE, G.C.B. et al. Avaliação do teor de sódio no queijo de coalho produzido no estado do Ceará. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.59, n.339, p.134-137, jul./ago. 2004.

CHRISTIE, W.W. The composition and structure of milk lipids. In: _____. **Developments in dairy chemistry-2**. Londres: Applied Science, 1994.

COCKRILL, W.R. et al. **The husbandry and health of domestic buffalo**. Rome: FAO, 1984

COSTA JÚNIOR, L. C. G. **Uso de extensores na fabricação de queijo minas frescal**. 2006. 76p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CUNHA NETO, O. C.; OLIVEIRA, C. A. F.; HOTTA, R. M.; SOBRAL, P. J. A. Avaliação físico-química e sensorial do iogurte natural produzido com leite de búfala contendo diferentes níveis de gordura. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 448-453, jul./set. 2005.

DE FRANCISIS, G.; DI PALO, R. Buffalo milk production. In: WORD BUFFALO CONGRESS, 6., 1994, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: ABCB, 1994. p. 137-146.

DUARTE, J. M. C. et al. Efeitos ambientais sobre a produção no dia de controle e características físico-químicas do leite em um rebanho bubalino no estado de São Paulo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 56, n. 322, p. 16-19, set./out. 2001.

ELIAS, M. **Bubalinocultura**: potencial e perspectivas no Paraná. Londrina: IAPAR, 1998. 28 p.

FAZENDA PAINEIRAS DO INGAÍ. **Leite de búfalas**. 2004. Disponível em: <www.paineirasdaingai.hpg.ig.com.br>. Acesso em: 10 out. 2005.

FERNANDES, S. A de A., et al. Componentes do leite de bubalinos ao longo da lactação no estado de São Paulo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 60, n. 346/347, p. 71-78, 2005.

FERRARA, B.; INTRIERI, F. Caratteristiche ed impiego del latte di búfala. **Rivista di Zootecnia e Veterinária**” Napoli, v. 1, p. 15-30, 1992.

FINOTELO, N. A. **Melhoramento de tecnologia na produção e conservação do queijo marajoara**. 1981. 113p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Universidade de Campinas, Campinas, SP.

FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION. **Aminoacid scoring pattern**. Rome, 1981. 176 p.

FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION. **O búfalo**. Brasília: Ministério da Agricultura/São Paulo, Associação Brasileira dos Criadores de Búfalos, 1991. 320p. (FAO. Produção Animal e Saúde, 4).

FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION. **Banco de dados. 2005**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 29 out. 2006.

FORD, B. D. **Productivity and management of the water buffalo in Austrália**. Darwin, Northern Territory: Departmente of Primary Production, Division of Agricultura and Stock, 1982. 40p.

FOX, P. F. Proteolysis during cheese manufacture and ripening. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 6, p. 1379-1400, 1989.

FOX, P. F.; LAW, J. Enzimology of cheese ripening. **Food Biotechnology**, v. 5, n. 3, p. 239-262, 1991.

FOX, P.F.; LUCEY, J.A.; COGAN, T.M. Glycolysis and related reactions during cheese manufacture and ripening. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Philadelphia, v.29, n.4, p. 237-254, 1990.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1992. 307 p.

FURTADO, M. M. Composição centesimal do leite de búfala na Zona da Mata Mineira. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 35, n. 211, p. 43-47, set./out. 1980.

FURTADO, M. M. **A arte e a ciência do queijo**. São Paulo: Globo, 1990. 297 p.

FURTADO, M. M. **Manual prático da mussarela (pizza cheese)**. Campinas: Master Graf, 1997. 70 p.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção**. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 1999. p. 130-132.

GRIPON, J. C. et al. Etude du rôle des micro-organismes et des enzymes are cours de la maturation des fromages. **Le lait**, Paris, v. 55, n. 1, p. 502-512, 1975.

INFO-GUIDE ON LINE: o búfalo. 1999. Disponível em:
<<http://www.naturalsul.com.br/bufalo1.htm>>. Acesso em: 07 out. 2006

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa pecuária municipal - 1990 a 2004**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 29 out. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2001**. Pesquisa Pecuária Municipal. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp>. Acesso em: 10 ago. 2004.

JONES, L.V.; PERYAM, D. R.; THURSTONE, L. L. Development of a scale for measuring soldiers food preferences. **Food Research**, Oxford, v. 20, n. 4, p. 512-520, 1955.

KINDSTEDT, P. S. Funcional properties of mozzarella cheese on pizza: a review. **Cultured Dairy Products Journal**, Washington, v. 26, n. 3, p. 27-31, mar. 1991.

KINDSTEDT, P. S.; GUO, M. R. In: CHEESE SYMPOSIUM, 5., 1997, Cork.. **Anais...** Cork: The Faculty of Food Science University College Cork, 1997. 30p

KOSIKOWSKI, F. **Cheese and Fermented Milk Foods**. 2 ed. New York: Brooktondale, 1978. 711p.

LABORDA, M. A.; RUBIOLO, A. C. Proteolysis of fynbo cheese salted with NaCl/KCl and ripened at two temperatures. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 64, n. 1, p. 33-36, 1999.

LIMA, M. H. P. **Elaboração de queijo de coalho a partir de leite pasteurizado e inoculado com *S. thermophilus* e *L. bulgaricus***. 1996. 81p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

MARQUES, J. R. F.; CARDOSO, L. S. A bubalinocultura no Brasil e no mundo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BUBALINOCULTURA, 1997, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas, UFBA, BA, 1997. 236 p.

MARQUES, A. V. M. S.; SOUSA, C. P.; LIMA, A. W. O. Processo térmico baseado na termorresistência de *Coxiella burnetti* aplicado em leite *in natura* na produção do queijo coalho. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 57, n. 211, p. 31-41, maio/jun. 2002.

McSWEENEY, P. L. H.; FOX, P. F. **Cheese: methods of chemical analysis**. In: FOX, P. F. **Cheese: chemistry, physics and microbiology**. 2.ed. London: Chapman & Hall, 1993. v. 1, p. 341-388.

MELÍCIO, S. P. L. et al. Acidez e densidade do leite de búfala da raça Murrah na região de São Carlos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 60, n. 346/347, p. 31-33, set./dez. 2005.

MINUSSI, R. C. **Avaliação de métodos para aceleração da maturação do queijo Prato**. 1994. 84p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MUNCK, A. V. Queijo de Coalho- princípios básicos da fabricação. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 59, n. 339, p. 13-15, jul./ago. 2004.

NADER FILHO, A. et al. Estudo da variação do ponto crioscópico do leite de búfala. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 39, n. 234, p. 37-39, jul./ago. 1984.

NADER FILHO, A. et al. Variação das características físico-químicas do leite de búfala durante os diferentes meses do período de lactação. **Ars Veterinária**, Jaboticabal, v. 12, n. 2, p. 148-153, 1996.

NASCIMENTO, C.; CARVALHO, L. O. M. **Criação de búfalos: alimentação, manejo, melhoramento e instalações**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1993.

NASSU, R. T.; LIMA, J. R.; BASTOS, M. S. R.; MACEDO, B. A.; LIMA, M. H. P. Diagnóstico das condições de processamento de queijo de coalho e manteiga da terra no estado do Ceará. **Higiene alimentar**, São Paulo, v. 15, n. 89, p. 28-36, out. 2001.

NEVES, N. L. B. Contribuição de bubalinocultura para a produção leiteira. In: PEIXOTO, A. M.; FARIA, V. P. de **Caracterização e implementação de uma política para o leite**. Piracicaba: FEALQ, 1985. p.37-45.

PEREIRA, D. B. C.; SILVA, P. H. F.; COSTA JÚNIOR, L. C. G.; OLIVEIRA, L. L. **Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos**. 2.ed. ampl. e rev. Juiz de Fora: Templo Gráfica e Editora, 2001. 234 p.

PEREZ, R. M. **Perfil sensorial, físico-químico e funcional de queijo de coalho comercializado no município de Campinas, S.P.** 2005.122 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

RAJORHIA, G. S. **Buffalo milk products**. Karmal: National Dairy Research Institute, 1987.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Projeto melhoria da qualidade do queijo de coalho produzido no Ceará**. Fortaleza, 1998. 208 p.

SENA, M. J.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; MORAIS, C. F. A.; CORREA, E. S.; SOUZA, M. R. Características físico-químicas de queijo de coalho comercializado em Recife, PE. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.14, n.74, p.41-44, jul. 2000.

SILVEIRA, P. R. da; ABREU, L. R. de. Rendimento e composição físico-química do queijo prato elaborado com leite pasteurizado pelo sistema HTST e injeção direta de vapor. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1340-1347, nov./dez. 2003.

SINDHU, J. S.; SINGHAL, O. P. Qualitative aspects of buffalo milk constituents for products technology. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 2., 1988, New Delhi, India. **Anais...** New Delhi, India, 1988. p. 263-281.

STONE, J. R.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOSLEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, Chicago, v. 28, n. 11, p. 24-34, 1974.

SURAZINSKI, A.; PETERSON, E. Fenómenos fundamentales durante la maduración de los quesos. In: CURSO NACIONAL DE LEITE E DERIVADOS, 1., 1973, Belo Horizonte. **Resumos...** Rio de Janeiro: FAO/UFGM, 1973. 38 p.

TANEZINE, C. A.; D'ALESSANDRO, W. T., CERQUEIRA, M. B. S.; ROCHA, J. M.; LABOISSIERI, A.C.; PONTES, C. E. Valores padrões e variação do pH do leite cru na bacia leiteira de Goiânia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 156-173, jul./dez. 1990.

TESHIMA, E. et al. Identidade e qualidade de queijo de coalho comercializado em Feira de Santana. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 59, n. 339, p. 194-198, jul./ago. 2004.

TONHATI, et al. Qualidade do leite de búfalas e correlações entre a produção e seus principais constituintes. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 60, n. 346/347, p. 61-64, 2005.

VERDINI, R. A.; RUBIOLO, A. C. Effect of frozen storage time on tehe proteolysis of soft cheeses studied by principal component analysis of proteolytic profiles. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 3, p. 963-967, 2002.

VERRUMA, M. R.; SALGADO, J. M. Análise química do leite de búfala em comparação com o leite de vaca. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 131-137, jan./abr. 1994

WANG, H. H.; SUN, D. W. Melting characteristics of cheese: analysis of effects of cooking conditions using computer vision technology. **Journal of Food Engineering**, Barking, v. 51, p. 305-310, 2002.

WALSTRA, P.; JENNESS, R. **Dairy chemistry and physics**. Nova York: J. Wiley, 1984.

WOLFSCHOON POMBO, A. F.; LIMA, A. Extensão e profundidade da proteólise de queijo minas frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 44, n. 261/266, p. 50-54, 1989.

YOUSSEF, M.M.; KHATTAB, R. M. Prospettive dell'allevamento bufalino in Egitto. **Bubalus Bubalis**, Salerno, v. 3, n. 1, p. 7-26, 1997.

YUNES, V. M.; BENDET, H. D. Desenvolvimento experimental de queijo fresco de leite de espécie bubalina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 285-290, dez. 2000.
