

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Engenharia de Alimentos

AVALIAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E SENSORIAL DO QUEIJO MOZARELA DE
LEITE DE BÚFALA ELABORADO PELOS MÉTODOS TRADICIONAL E DA
ACIDIFICAÇÃO DIRETA

MARTA REGINA VERRUMA-BERNARDI

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Prof.^ª Dra. MARIA HELENA DAMÁSIO

Orientadora

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por MARTA REGINA VERRUMA BERNARDI e aprovada pela Comissão Julgadora em 01 de setembro de 1997.

Campinas, 01 de setembro de 1997.


Profa. Dra. MARIA AMÉLIA CHAIB
MORAES - Presidente da Banca

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Doutor em Tecnologia de Alimentos.

CAMPINAS
Estado de São Paulo - Brasil
1997

URICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	
T	Unicamp
V	613a
V.	
TOMBO BC	31785
PROC	281/97
C	D <input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	17/10/97
N.º CPD	

CM-00102560-9

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

V613a Verruma-Bernardi, Marta Regina
Avaliação física, química e sensorial do queijo
mozarela de leite de búfala elaborado pelos métodos
tradicional e da acidificação direta / Marta Regina
Verruma-Bernardi. -- Campinas, SP: [s.n.], 1997.

Orientador: Maria Helena Damásio
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Queijo. 2.Búfala. 3.Avaliação sensorial. 4.Análise
química. I.Damásio, Maria Helena. II.Universidade
Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de
Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Dr.^a. Maria Helena Damásio
(Orientadora)

M. H. Damásio

Prof. Dr. Antonio Joaquim de Oliveira
(Membro)

A. J. de Oliveira

Prof. Dr. José Leonardo Eto do Valle
(Membro)

J. L. Eto do Valle

Prof. Dr. Salvador Massaguer Roig
(Membro)

S. Massaguer Roig

Prof.^a. Dr.^a. Maria Amélia Chaib Moraes
(Membro)

Prof.^a. Dr.^a. Sonia Dedeca da Silva de Campos
(Membro)

S. Dedeca da Silva de Campos
Prof.^a. Dr.^a. Maria Aparecida Azevedo Pereira da Silva
(Membro)

Campinas, Junho de 1997.

**À DEUS,
POR MAIS UMA OPORTUNIDADE,
AGRADEÇO.**

**À MEUS PAIS
TATÁ E ODETE, PELO AMOR
RECEBIDO NO DECORRER DA MINHA VIDA,
OFEREÇO.**

**AO BETO, PELO APOIO E AMOR INABALÁVEIS
E POR ESTAR SEMPRE DO MEU LADO,
DEDICO ESTE TRABALHO.**

AGRADECIMENTOS

- À Prof^ª. Dr^ª. Maria Helena Dámasio, pela orientação segura no decorrer deste trabalho.
- Aos Professores Doutores Antonio Joaquim de Oliveira, José Leonardo Eto do Valle e Sonia Dedeca da Silva de Campos, pelo apoio constante e ensinamentos incondicionais que colaboraram na realização deste trabalho.
- Ao Prof. Dr. Nelson Horácio Pezoa Garcia, pela constante atenção.
- Aos provadores: Alice, Ana Lourdes, Ana Kom, Ana Paula, Eliete, Márcia, Marcelo, Raquel, Regina, Vanessa, que muito contribuíram para que este trabalho fosse realizado.
- À Eliana Maria Garcia Sabino, pela inestimável colaboração na organização das referências bibliográficas.
- À funcionária do Laboratório de Análise Sensorial Ana Paula D'Elia Vinhal Ricardo e ao desenhista Luiz Carlos Rodrigues, pela colaboração durante este trabalho.
- À Ha-LA do Brasil, pelo fornecimento do coalho e fermento láctico.
- À Fermenta, pelo fornecimento do ácido cítrico.
- À CAPES pela bolsa concedida, a qual possibilitou a realização deste trabalho.
- Agradeço também à pessoas muito especiais na minha vida: Sérgio, Flávio, Bertinho, Sylvia, Carolina, Lilica, Alberto, Hadiê, Maria Paula, Paulinho e Fernando.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas	pag i
Lista de Figuras	iii
RESUMO	v
SUMMARY	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Búfalos	3
2.2. Fatores que interferem na produção e a composição do leite	5
2.3. Leite de búfala	7
2.4. Características do queijo Mozzarella de leite de búfala	13
2.5. Acidificação direta na elaboração do queijo	19
2.6. Análise Sensorial Descritiva - Perfil Livre	29
3. MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1. Material	34
3.1.1. Matéria-prima	34
3.1.2. Coalho	34
3.1.3. Fermento láctico	34
3.1.4. Outros ingredientes	34
3.2. Métodos	35
3.2.1. Testes preliminares	35
3.2.2 Processamentos	35
3.3. Métodos físicos e químicos	39
3.3.1. Amostragem	39

3.3.2. Métodos analíticos	pag 39
3.3.2.1. pH	39
3.3.2.2. Acidez	39
3.3.2.3. Umidade	39
3.3.2.4. Gordura	40
3.3.2.5. Lactose	40
3.3.2.6. Proteína	40
3.3.2.7. Extrato seco total (EST)	40
3.3.2.8. Cinzas	40
3.3.2.9. Cálcio	40
3.4. Rendimento	41
3.5. Análise sensorial	41
3.5.1. Amostra	41
3.5.2. Apresentação das amostras	41
3.5.3. Condições do teste	41
3.5.4. Método do Perfil Livre	42
3.5.4.1. Seleção preliminar dos provadores	42
3.5.4.2. Levantamento de atributos	43
3.5.4.3. Elaboração das fichas individuais	43
3.5.5. Teste de aceitação dos queijos	46
3.6. Avaliação instrumental de textura	46
3.7. Avaliação instrumental de cor	46
3.8. Análise estatística	48

	pag
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1. Testes preliminares	49
4.1.1. Determinação da quantidade de ácido cítrico para o método de acidificação direta	49
4.1.2. Determinação da quantidade de coalho	50
4.2. Processamento	50
4.2.1. Características físicas e químicas da matéria-prima	50
4.2.2. Coagulação e corte	52
4.2.3. Fermentação da massa no método tradicional	53
4.2.4. Tempo de fabricação dos queijos	55
4.2.5. Composição química dos queijos	58
4.3. Rendimento	61
4.4. Análise sensorial	62
4.4.1. Levantamento de atributos	62
4.4.3. Provadores	65
4.4.4. Análise das amostras	71
4.5. Teste de aceitação	82
4.6. Análise instrumental de textura	85
4.7. Análise instrumental da cor	87
5. CONCLUSÕES	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90

Índice de Tabelas

	pag
Tabela 1: População de búfalos em 5 regiões brasileiras	3
Tabela 2: Variação da composição química do leite de búfala em diferentes períodos de lactação	6
Tabela 3: Porcentagem de caseína e níveis de acidez e pH do leite de búfala e de vaca	10
Tabela 4: Composição centesimal do queijo Mozarela do leite de búfala	15
Tabela 5: Composição de queijos Mozarela de leite de búfala, elaborados com diversos níveis de pH	18
Tabela 6: Valores de pH e acidez dos leites para a elaboração dos queijos	51
Tabela 7: Composição química dos leites obtidos para os 3 processamentos	52
Tabela 8: Tempo aproximado para a elaboração do queijo Mozarela tradicional e da acidificação direta	57
Tabela 9: Composição química dos 3 queijos elaborados pelo método tradicional	58
Tabela 10: Composição química dos 3 queijos elaborados pelo método de acidificação direta	58
Tabela 11: Composição química dos 2 queijos elaborados pelos métodos tradicional e de acidificação direta	60
Tabela 12: Resultados de rendimento e peso dos queijos	61
Tabela 13: Definições de atributos levantados pelos provadores na ficha de Rede e o número dos provadores que citou o atributo	63

Tabela 14: Atributos levantados pelos provadores para a análise de queijos.	64
Tabela 15: Número de vezes que cada atributo foi citado pelos provadores no método Rede e número de vezes que cada atributo apresentou alta correlação ($ r \geq 0,5$) com a 1ª dimensão nos 3 processamentos.	74
Tabela 16: Atributos de aparência com maior correlação para os provadores na avaliação dos queijos na 1ª dimensão	76
Tabela 17: Atributos de aroma com maior correlação para os provadores na avaliação dos queijos na 1ª dimensão	77
Tabela 18: Atributos de sabor com maior correlação para os provadores na avaliação dos queijos na 1ª dimensão	78
Tabela 19: Atributos de textura com maior correlação para os provadores na avaliação dos queijos na 1ª dimensão	81
Tabela 20: Resultados obtidos no teste de aceitação das amostras	82
Tabela 21: Resultados obtidos para as medições de cor do queijos Mozzarella	78

Índice de Figuras

	pag
Figura 1: Fluxograma do processamento do queijo Mozzarella de leite de búfala pelo processamento tradicional.	37
Figura 2: Fluxograma da elaboração do queijo Mozzarella de leite de búfala pelo processamento de acidificação direta.	38
Figura 3. Ficha utilizada para a seleção preliminar de provadores utilizando teste triangular.	42
Figura 4: Ficha para o levantamento de atributos com o método Rede.	44
Figura 5: Exemplo de ficha individual utilizada para avaliação das amostras por Perfil Livre.	45
Figura 6: Ficha de avaliação do teste de aceitação dos queijos.	47
Figura 7: Variação do pH e acidez (°D) do leite de búfala em função da quantidade de ácido cítrico adicionada.	49
Figura 8: Variação do pH e acidez durante a fabricação do queijo Mozzarella pelo método tradicional.	54
Figura 9: Configuração dos provadores para o 1º (a), 2º (b) e 3º (c) processamento.	66
Figura 10: Porcentagem da variância do residual dos provadores nos 3 processamentos dos queijos.	67

	pag
Figura 11: Configuração das amostras para o provador 9 para: (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º processamento, onde (1) Mozzarella obtida pela acidificação acidificada direta e (2) Mozzarella obtida pelo método tradicional.	68
Figura 12: Configuração das amostras para a equipe de 10 provadores para: (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º processamento, onde (1) Mozzarella obtida pela acidificação acidificada direta e (2) Mozzarella obtida pelo método tradicional.	69
Figura 13: Configuração das amostras para o provador 7 para: (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º processamento, onde (1) Mozzarella obtida pela acidificação acidificada direta e (2) Mozzarella obtida pelo método tradicional.	70
Figura 14: Configuração das amostras para a equipe de 9 provadores para o 1º, 2º e 3º processamentos.	66
Figura 15: Frequência de respostas no teste de aceitação	83
Figura 16: Frequência de consumo do queijo Mozzarella de leite de búfala.	83
Figura 17: Forma do queijo Mozzarella mais consumido.	84
Figura 18: Local onde os provadores consomem o queijo Mozzarella de leite de búfala.	85
Figura 19: Resultados da análise instrumental dos queijos.	86
Figura 20: Curvas de valores de porcentagem de reflectância.	87

RESUMO

Este trabalho teve como principais objetivos: estudar o método de acidificação direta para o processamento do queijo Mozzarella de leite de búfala, em comparação com o processo tradicional, avaliando-se as características físicas, químicas e sensoriais dos queijos obtidos, e verificar a aplicabilidade do Perfil Livre para avaliação de apenas duas amostras.

Foram realizados três processamentos para cada método. As etapas de coagulação e fermentação foram as que diferiram do método de acidificação direta para o tradicional. Com a diminuição do tempo de coagulação de aproximadamente 50 minutos para 5 minutos e ausência da etapa de fermentação no método de acidificação direta, que durou 4 horas no método tradicional, observou-se uma redução de aproximadamente 60% do tempo de processamento, isto é, de 8 para 3 horas. Os rendimentos obtidos para o queijo Mozzarella elaborado pelo método de acidificação direta foram maiores que os obtidos no tradicional, em torno de 18,00 e 17,30%, respectivamente.

O queijo elaborado pelo método de acidificação direta apresentou menores teores de proteína e maiores de umidade e, conseqüentemente, menor teor de sólidos totais em relação ao método tradicional ($p < 0,05$). Os teores de gordura, cinzas e cálcio dos dois tipos de queijo não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$).

As amostras de cada processamento foram avaliadas com 3 repetições. Os dados foram analisados pela Análise Procrustes Generalizada, mostrando que houve

uma alta repetibilidade dos provadores, assim como entre os processamentos. As amostras foram diferenciadas principalmente pelos atributos de aparência e textura. O queijo Mozzarella elaborado pelo método tradicional apresentou cor mais branca e maior firmeza e fibrosidade. O queijo elaborado pela acidificação direta, apresentou-se mais macio, com maior umidade e coloração esverdeada.

Para o teste de aceitação, 50 provadores não treinados avaliaram as amostras utilizando escala hedônica de 9 pontos. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) na aceitação das amostras, com médias 6,68 e 6,26 para o método de acidificação direta e método tradicional, respectivamente. As distribuições dos valores de aceitação foram muito similares para as duas amostras, com tendência a valores mais altos para a amostra obtida pela acidificação direta. Relacionando esses resultados com os do Perfil Livre, conclui-se que apesar das amostras apresentarem diferenças marcantes, estas praticamente não influenciaram na aceitabilidade dos queijos.

Foram também realizadas avaliação instrumental de cor e textura. A análise de cor, foi realizada por reflexão de luz, por meio de um espectrofotômetro CONCOR 1500 Plus sob o iluminante C. Observou-se que a Mozzarella obtida pela acidificação direta apresentou menores valores de luminosidade e maiores valores de verde em relação a tradicional. Para a análise de textura foi utilizado o texturômetro TA-XT2 Texture Analyser e observou-se que o queijo elaborado pelo método de acidificação direta apresentou-se mais macio, com uma redução de 48% no valor da força máxima.

Analisando-se todos os resultados em conjunto, verifica-se que eles foram concordantes, pois o maior teor de umidade do queijo obtido pela acidificação direta observado na análises físicas e químicas, foi também destacado na análise sensorial. Esse fato pode estar relacionado com a menor firmeza desse queijo, obtida como resultado tanto da análise instrumental como da sensorial. Também, houve concordância entre as medidas sensoriais e instrumentais de cor, revelando uma coloração esverdeada no queijo obtido pela acidificação direta, apesar desta característica não ter afetado a aceitabilidade do produto.

Pode-se concluir que o método do Perfil Livre foi eficiente neste estudo. Seus resultados apresentaram alta repetibilidade e foram concordantes com os obtidos através das análises instrumentais.

SUMMARY

The main objectives of this work were to study the direct acidification method for the processing of Mozarella cheese made from buffalo milk and compare it to the traditional method, evaluating the physical-chemical and sensory characteristics of the cheeses, and to verify the applicability of the Free Choice Profile for the evaluation of two samples.

Three processing batches for each method were done. Coagulation and fermentation steps were the ones that differed between the direct acidification and traditional method. With the coagulation time reduced from approximately 50 to 5 minutes and absence of the fermentation step in the direct acidification method, that lasted approximately 4 hours in the traditional method, a reduction of approximately 60% of the used time was observed (from 8 to 3 hours). Yields obtained for the Mozarella cheese elaborated by the direct acidification method were higher than those obtained with the traditional method, around 18,00 and 17,30%, respectively.

Cheese elaborated by the acidification method presented lower protein and higher humidity contents and, consequently, lower contents of total solids in relation to the traditional method ($p>0,05$). There were no significative differences ($p>0,05$) between the two types of cheeses for fat, ash and calcium levels.

Samples of each processing were evaluated with 3 repetitions. Data were analyzed using the Generalized Procrustes Analysis. Results showed a high repeatability of the tasters, as well as between the processing. The samples were

differentiated mainly by the appearance and texture attributes. The Mozarella cheese elaborated by direct acidification was softer, with higher humidity and presented a greenish color. The Mozarella cheese elaborated by traditional method has higher firmness and fibrousness.

For the acceptance test, 50 non-trained tasters evaluated the samples with a 9 points hedonic scale. Results showed no significant difference ($p < 0,05$) in the acceptance of the samples, with means of 6,68 and 6,26 for the direct acidification method and traditional method, respectively. The distribution of the acceptance values were very similar for both samples, with a tendency of higher values for the sample obtained by direct acidification. Relating these results with the ones of the Free Choice Profile, it was concluded that although the samples presented marked differences, these practically did not influence the acceptability of the cheeses.

Color and textural instrumental evaluation were also done. Color analysis were done by light reflection, using a CONCOR 1500 Plus spectrophotometer under C illuminant. The Mozarella cheese obtained by direct acidification presented a lower luminosity value and higher green values in relation to the traditional. For the texture analysis, a TA-XT2 Texture Analyzer texturometer was used and showed that the cheese elaborated by the direct acidification method was softer, with a 48% reduction in the maximum force value.

Analyzing all the results, it was verified that all of them had a good degree of agreement, because the higher content of humidity of the cheese obtained by the direct acidification analysis detected in the physical and chemical analysis was also

detected in the sensory analysis. This fact can be related with the lower firmness of this cheese, obtained as a result of the instrumental and sensory analysis. There was also agreement between the sensory and instrumental color measurements, revealing a greenish color of the cheese obtained by direct acidification, although this characteristic did not affect the product acceptability.

It can be concluded that the Free Choice Profile method was efficient in this study. Its results presented a high repeatability and agreed with the ones obtained using instrumental analysis.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com estudos realizados, o rebanho bubalino no Brasil tem aumentado cerca de 12,7% ao ano (MANO FILHO, 1991), mostrando ser uma alternativa à pecuária tradicional. O leite de búfala apresenta alto valor nutricional, altos níveis de gordura, proteínas e minerais, sendo importante tanto como matéria-prima para elaboração de produtos lácteos como para o consumo *in natura*. No Brasil o leite de búfala é utilizado para elaboração de queijos, e quase que exclusivamente para a produção do queijo Mozzarella.

O processo comumente utilizado para a elaboração do queijo Mozzarella é o método tradicional, onde ocorre a fermentação da massa, que propicia a redução do pH e a sinerese da coalhada. Estas transformações favorecem o processo de filagem e o desenvolvimento das características sensoriais do queijo.

Outra alternativa ao método tradicional para elaboração do queijo Mozzarella é a técnica da acidificação direta (LITTLE, 1967; VALLE, 1991; SAMPAIO et al., 1996). Este método tem sido utilizado na elaboração de vários tipos de queijos, pois substitui de forma total ou parcial a acidificação proveniente da atividade microbiana. De acordo com QUARNE et al. (1968); OLSON (1971); SORDI (1988) e VALLE (1991) a acidificação direta do leite para elaboração de queijos diminui a quantidade de coalho a ser utilizada, o tempo de coagulação e conseqüentemente leva a redução do tempo de fabricação.

Trabalhos realizados por SHEHATA et al. (1967) e COPPOLA et al. (1990), revelaram controvérsias sobre a qualidade final do produto. Segundo estes autores, o queijo Mozzarella de leite de búfala, elaborado pela técnica de acidificação direta com ácido cítrico, tem suas características sensoriais modificadas.

Neste trabalho, as características sensoriais do queijo Mozzarella elaborado pelos métodos tradicional e da acidificação direta foram avaliadas através de uma técnica recente de análise descritiva, denominada Perfil Livre (“Free Choice Profile”), descrita por WILLIAMS & LANGRON (1984), a qual permite diminuir ou até eliminar as sessões de treinamento. Os provadores precisam no mínimo serem objetivos e capazes de usar escalas de intensidade e desenvolver lista de atributos e vocabulários consistentes.

Este trabalho teve como objetivos: 1) definir as condições de processamento do queijo Mozzarella de leite de búfala, utilizando a acidificação direta com ácido cítrico; 2) avaliar as características físicas e químicas dos queijos processados pelo método tradicional e pela acidificação direta utilizando ácido cítrico; 3) avaliar as características sensoriais desses queijos e sua aceitabilidade; 4) verificar a aplicabilidade do Perfil Livre para avaliação dos dois queijos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Búfalos

Os dados estatísticos mostram que nos principais países criadores de búfalos, devem existir cerca de 149.304.000 cabeças de búfalos domésticos (FAO, 1995). É importante ressaltar que em alguns levantamentos, os búfalos são incluídos como bovinos, já em outras áreas os proprietários fornecem dados inferiores por questões fiscais ou não levam em consideração o número atual dos plantéis (FAO, 1991), contribuindo para uma baixa avaliação do número de búfalos.

De acordo com o ANUÁRIO ESTATÍSTICO (1994), a distribuição da população de búfalos pelas regiões fisiográficas brasileiras encontra-se da maneira apresentada na Tabela 1.

Tabela 1- População de búfalos nas 5 regiões brasileiras.

Regiões	%	Nº de cabeças
Norte	61,62	877.055
Nordeste	8,25	117,383
Sudeste	7,49	106.620
Sul	13,72	195.330
Centro-Oeste	8,92	126.916
Total	100	1.423.348

Fonte: ANUÁRIO ESTATÍSTICO, 1994.

De acordo com MANO FILHO (1991), nos últimos 10 anos houve um aumento considerável da população de búfalos, chegando a um total de 2.000.000 cabeças, representando cerca de 1,5% do rebanho bovino, com uma previsão de aumento da população em 12,7% ao ano.

De um modo geral as criações de búfalos são encontradas em países localizados nas zonas subtropicais e tropicais. Apesar de apresentar adaptabilidade satisfatória às mais diversas condições de ambiente, o meio altamente favorável para o búfalo é aquele constituído de pastagem de terra firme localizada nas proximidades de matas e de fontes de água para banhos, ou em pastagens em terrenos inundáveis (NASCIMENTO et al., 1981).

Os búfalos possuem maior capacidade de aceitação de forragens grosseiras, sendo que pesquisas realizadas, demonstram que os bubalinos em comparação com os bovinos utilizam mais eficientemente a fibra bruta, a proteína, o extrato etéreo e os minerais, apresentando maior capacidade em conseguir os nutrientes que necessitam à partir de uma alimentação de baixa qualidade nutricional. Por isso, sem dúvida é uma fonte econômica para a produção de leite e seus derivados, visto que uma alimentação mais rústica não altera as características nutricionais do leite e da carne (ZAVA, 1984). No entanto, para que a produção leiteira possa aumentar é necessário que se obtenha uma alimentação adequada em concentrados e suplementos nutricionais (FAO, 1991).

De acordo com pesquisas realizadas, a produção média por lactação foi de 1.583 litros de leite, com uma máxima registrada de 3.599 litros por ano (MOURA & CORSINI, 1981). Segundo a FAO (1991), a produção de leite por animal pode variar de 4 a 10 litros diários dependendo da raça e principalmente do tipo de manejo.

Com estas vantagens apresentadas pelo búfalo, este animal possui importância considerável na produção de leite em muitos países onde ele está presente, visto o leite de búfala apresentar um alto valor nutritivo e ser excelente matéria-prima para o preparo de produtos lácteos (FAO, 1991).

2.2. Fatores que interferem na produção e na composição do leite

Dentre os fatores que interferem na produção e na composição do leite, a raça é muito importante, e as que mais se destacam no Brasil são as Jafarabadi, Murrah, Mediterrâneo e Cabaráó. COCKRILL (1980) relatou que as raças Jafarabadi e Murrah são as que possuem aptidão tanto para a produção de leite como de carne.

A alimentação também pode interferir na produção e composição do leite. Em estudos realizados pela FAO (1991), foi mostrado que o aumento da alimentação de 2 para 4 vezes ao dia resultou em produções elevadas de leite.

Em relação ao número de lactações, a produção diária aumenta até a terceira e permanece aproximadamente constante até a nona. Segundo FURTADO (1980a), o período da lactação pode afetar significativamente a composição do leite, principalmente no teor de gordura, o qual em cinco meses passou de 5,60% em junho para 7,99% em outubro, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2- Variação da composição química do leite de búfala em diferentes períodos de lactação.

Componentes(%)	Junho	Julho	Agosto	Setembr o	Outubro
Gordura	5,60	5,55	6,23	6,70	7,99
Extrato Seco Total	16,19	15,57	16,90	17,01	18,57
Proteína	4,35	4,50	4,85	5,13	5,08
Caseína	3,67	3,61	3,93	4,10	4,22
Cinzas	0,66	0,74	0,75	0,77	0,73
Lactose	5,71	5,65	5,50	-	5,34
Cálcio	-	0,183	0,188	-	0,184
Ext. Seco Desengordurado	10,59	10,08	10,66	10,31	10,58

*Média de 17 amostras

Fonte: FURTADO (1980a)

Estudos realizados sobre o número de ordenhas diárias, indicam sua influência na porcentagem de gordura e na produção de leite (FERRARA & INTRIERI, 1975; GAMBINI et al., 1980; CHAWLA et al., 1985). Segundo NASCIMENTO & CARVALHO (1973), em 2 ordenhas as búfalas produziram 24,1% mais leite que em uma apenas. Outros fatores tais como origem, tamanho e peso corporal, temperatura ambiente, estímulo do úbere, doenças, individualidade do animal, estações do ano, também podem ter efeito maior ou menor sobre a produção e a composição do leite.

2.3. Leite de búfala

O leite de búfala possui um alto valor nutritivo e é uma excelente matéria-prima para o preparo de produtos lácteos. Também é valioso na dieta dos povos em muitos países, onde a deficiência de proteínas e outros nutrientes nas dietas estão propensas a ocorrer (FAO, 1991).

Entre os componentes do leite de búfala, a gordura é a que apresenta maior variação percentual. Os valores mais freqüentemente encontrados oscilam entre 5,5 a 8,5 % (FERRARA & INTRIERI, 1975, VERRUMA & SALGADO, 1994). Para FERRARA & INTRIERI (1975), o tamanho dos glóbulos de gordura do leite de búfala oscilam de 3,5 a 7,5 nm e adquirem maiores dimensões nos estágios avançados da lactação. Por outro lado, NEVES (1985) afirma que o glóbulo de gordura do leite de búfala é maior que o do leite de vaca, com uma variação entre 4,1 a 4,8nm, enquanto para o leite de vaca varia entre 3,6 a 4,0nm.

De acordo com NADER FILHO et al. (1984), o grande interesse nos últimos tempos pela criação de búfalos leiteiros, se deve principalmente ao elevado teor de sólidos do leite. O teor de gordura e de sólidos totais variam inversamente ao volume de leite produzido. Assim sendo, as grandes raças produtoras apresentam um menor teor de gordura no leite, fazendo com que ocorra uma diminuição da sua densidade aproximando-se aos valores do leite de vaca (FONSECA, 1986).

A temperatura de fusão dos glóbulos de gordura do leite de búfala é maior e o índice de saponificação mais elevado que do leite de vaca, enquanto que o índice de iodo é inferior (FERRARA & INTRIERI, 1975; MARTINS et al. (1979); VERRUMA & SALGADO, 1994). De acordo com GALVANO (1982) e VERRUMA & SALGADO (1994), a gordura do leite de búfala possui maior conteúdo dos ácidos graxos esteárico e palmítico e menor quantidade de ácido butírico.

O teor médio de água no leite de búfala está em torno de 82%, variando de acordo com a raça, produções diárias, estágio da lactação e a estação do ano, sendo que a quantidade de água é mais elevada quando a produção diária é mais alta (FAO, 1991). O teor de sólidos totais para o leite de búfala é em média de 17%, enquanto que para o leite de vaca é de 12% (VERRUMA & SALGADO, 1994). Devido ao elevado conteúdo de sólidos totais e gordura, o valor calórico do leite de búfala varia de 100 a 114Kcal/100 g (FERRARA & INTRIERI, 1975).

Segundo a FAO (1991), o colesterol está presente em quantidades pequenas e variáveis no leite de vaca e búfala, havendo aumento marcante no final da lactação de ambas as espécies. Estudos realizados por PRASAD & PANDITA (1990) sobre colesterol no leite, mostraram teores de 20 e 16mg de colesterol em 100ml de leite de búfala e vaca, respectivamente.

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 de 3,63 a 5,26%, enquanto para o leite de vaca a variação é de 3,25 a 3,90% (FAO, 1991). ALBONICO & MINCIONE (1974) relataram que a proteína do leite de búfala está presente em teores variáveis, com uma média de 4%. A proteína é constituída de 75 a 80% de caseína, e este conteúdo é influenciado pela época da lactação. A micela de caseína do leite de búfala possui maior dimensão, com diâmetro variando de 110 a 150nm, enquanto que a do leite de vaca possui diâmetro de 70 a 110nm (FERRARA & INTRIERI, 1975).

GANGULI (1981) relatou que a caseína do leite de búfala encontra-se principalmente na forma micelar enquanto que a solúvel, encontrada no leite de vaca, quase não existe no leite de búfala. Em exame ao microscópio eletrônico, o autor demonstrou que as micelas de caseína do leite de búfala possuem maior tamanho, suscetibilidade ao coalho, heterogeneidade de composição e componentes minerais, contendo mais cálcio e fósforo em relação às de vaca.

Estudos relatados sobre aminoácidos mostram que a caseína do leite de búfala possui 25% de aminoácidos essenciais a mais que o leite de vaca (VERRUMA & SALGADO, 1994) e o aumento do intervalo entre as ordenhas pode aumentar esses teores de aminoácidos (FERRARA & INTRIERI, 1975).

O leite de búfala apresenta pH próximo ao de vaca, porém seu elevado teor de caseína produz um efeito tampão na titulação acidimétrica, ocasionando uma elevação na acidez (°D) (FURTADO 1980b; NEVES, 1985). A Tabela 3 mostra a interferência dos teores de caseína na acidez do leite de búfala.

Tabela 3 - Porcentagem de caseína e níveis de acidez e pH do leite de búfala e de vaca.

Leite	Caseína(%)	Acidez(°D)	pH
Búfala	3,8	19	6,65
Vaca	2,9	17	6,65

Fonte: NEVES (1985)

Devido a este fato, muitas vezes, o leite de búfala é rejeitado na plataforma de recepção, pois o Serviço de Inspeção de Produtos de Origem Animal possui parâmetros fixados para o controle da acidez titulável, admitindo uma acidez máxima de 16 a 18°D para recepção e aproveitamento do leite na industrialização. Uma vez que não há uma legislação específica para o leite de búfala, os parâmetros empregados são os mesmos utilizados para o leite de vaca (FURTADO, 1980b). Por este motivo o Serviço de Inspeção de Produtos de Origem Animal, autoriza a mistura de 30% de leite de vaca para o consumo *in natura*, para que ocorra a normalização da acidez do leite, desde que seja incluída esta especificação no rótulo (ANTUNES et al., 1988).

O leite de búfala é mais rico em certos minerais que o leite de vaca, especialmente em cálcio e fósforo. Os teores médios de cálcio apresentados pelo leite de búfala e de vaca são 1,88 e 1,30%, respectivamente (VERRUMA & SALGADO, 1994), sendo que este conteúdo está na sua maior parte na forma coloidal.

É importante ressaltar que no leite de búfala a relação cálcio/nitrogênio é da ordem de 0,25 e para o leite de vaca é de 0,24, permitindo uma coagulação mais rápida do leite de búfala com a adição do coalho (FURTADO, 1980a).

Das vitaminas presentes no leite de búfala, a vitamina A é a que mais se destaca, não só pela quantidade, mas pela coloração acentuadamente branca que se refere ao leite, devido a ausência de pigmentos carotenóides, que são responsáveis pela coloração amarelada nos produtos elaborados com leite de vaca (FAO, 1991 e VERRUMA & SALGADO, 1994). De acordo com FONSECA (1986), mesmo que as búfalas consumam altas doses de caroteno não ocorrem mudanças na cor do leite, embora os valores de vitamina A no leite de búfala possam ser iguais ou levemente superiores aos encontrados no leite de vaca.

FERRARA & INTRIERI (1975) relatam que o teor de cinzas do leite de búfala varia geralmente dentro de estreitos limites de 0,75 a 0,85%, porém na literatura são encontrados intervalos mais amplos, compreendidos entre 0,42 a 1,35%, sendo que a porcentagem de cinzas diminui com o avanço da lactação. Segundo FAO (1991), os teores de lactose no leite de búfala podem variar de 4,40 a 5,07%, e NEVES (1985) relata níveis de até 5,66%.

Em estudos realizados por ANTUNES et al. (1988), sobre as características sensoriais de sabor e aroma do leite de búfala comparadas às do leite de vaca, utilizando-se escala hedônica não estruturada de 10 pontos e 30 provadores não treinados, os autores concluíram que houve diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) na aceitabilidade do leite para sabor e aroma, concluindo ser necessário que se proceda estudos com maior número de provadores para que se possa comprovar se o consumidor aceita realmente o leite de búfala.

Em relação ao valor nutricional do leite de búfala, VERRUMA & SALGADO (1993) encontraram níveis altamente satisfatórios como 91,86% de digestibilidade, 62,77% de NPU (“Net Protein Utilization”) e 68,33% de valor biológico em comparação ao leite de vaca com 92,13%, 76,46% e 82,82% respectivamente para os parâmetros avaliados.

Com os conhecimentos atuais sobre os elevados índices de produtividade e alto valor nutritivo do leite de búfala é evidente a existência de uma pecuária alternativa, tornando-o valioso para o consumo *in natura* e elaboração de derivados (VERRUMA et al., 1994)

2.4. Características do queijo Mozzarella de leite de búfala

A utilização do leite de búfala na preparação de derivados tem sido pesquisada em diferentes regiões do mundo (LAXMINARAYANA & DASTUR, 1968), devido ao seu alto valor nutricional e por possuir em sua composição elevados níveis de sólidos totais, conseqüentemente elevando os rendimentos na fabricação de queijos, produtos fermentados, leite em pó, manteiga, doce de leite e sorvete (FAO, 1991). No Brasil o queijo Mozzarella é o produto de maior destaque.

O queijo Mozzarella é oriundo da Itália, elaborado originalmente e em menor volume com leite de búfala (CASTALDO, 1960; ROSSI, 1977 e ADDEO et al., 1974). Está incluído no grupo de queijos de massa filada, grupo este bastante numeroso com variações de sabor e forma e de considerável produção e consumo. De acordo com sua origem, o queijo Mozzarella é um queijo relativamente úmido e de consumo rápido na forma frescal. Entretanto, o queijo Mozzarella mais comum em nosso mercado é menos úmido, apresentando sabor mais fraco, destinado ao consumo frescal e principalmente para o preparo de pizza (OLIVEIRA, 1982). No entanto, o queijo Mozzarella de leite de búfala, no Brasil, é comumente consumido na forma frescal, como bolas, nózinhos e mais ocasionalmente na forma de pizza em alguns restaurantes.

Segundo estudos realizados por VERRUMA et al. (1993), o queijo Mozzarella de leite de búfala possui um alto valor nutricional, apresentando cerca de 93,7% de digestibilidade. A Tabela 4 mostra a composição média do queijo Mozzarella, relatada por vários autores.

Tabela 4 - Composição centesimal do queijo Mozzarella do leite de búfala.

Autores	Umidade	Proteína*	Gordura*	Cinzas*	Extrato Seco Total
ROSSI (1977)	45,00	38,81	53,63	5,63	55,00
BONASSI et al. (1982)	48,12	45,00	48,09	4,35	51,88
ADDEO & COPPOLA (1983)	43,50	31,70	36,90	-	56,50
DI MATTEO et al. (1982)	48,40	40,00	43,40	-	51,60
VERRUMA et al. (1993)	48,00	43,20	44,10	4,64	52,00

* % em relação ao extrato seco.

O queijo Mozzarella de leite de búfala possui como características principais a superfície branca, crosta fina e sabor levemente ácido (ROSSI, 1977). Em função do teor de extrato seco total do leite, para elaboração do queijo Mozzarella são necessários 5,5 litros de leite para a obtenção de um quilo do queijo (CITRO, 1981; NEVES, 1985). Em trabalhos citados por BONASSI et al. (1982), o queijo Mozzarella com leite de búfala obteve rendimento superior em relação ao elaborado com leite de vaca. Da mesma forma ROSSI (1977) mostrou que o rendimento do queijo com leite de vaca foi de 13 a 15% e com leite de búfala de 20 a 25%, devido ao elevado teor de sólidos totais.

BONASSI et al. (1982) avaliaram sensorialmente o queijo Mozzarella de leite de búfala quanto a coloração, sabor, aroma e textura e 11 provadores atribuíram notas de 1 a 5 (1 = péssimo, 2 = ruim, 3 = regular, 4 = bom e 5 = ótimo). Os autores concluíram que o queijo Mozzarella de leite de búfala é um produto perfeitamente aceitável, sendo que este queijo não apresentou diferenças significativas ($p \leq 0,05$) quanto ao sabor, aroma e textura, quando comparado ao queijo de leite de vaca. Houve porém diferenças para cor, uma vez que no leite de búfala não está presente o β -caroteno, que é o responsável pela coloração amarelada nos derivados de leite de vaca.

O queijo Mozzarella possui a capacidade de formar fios. Assim sendo a massa deve ser filada em determinadas condições de pH e acidez, apresentando-se macia e muito elástica no momento da filagem (ROSSI, 1977 e NEVES, 1985).

De acordo com GANGULI (1981), existem diferenças na elaboração do queijo Mozarela de leite de búfala em relação ao de leite de vaca, uma vez que no processamento com leite de búfala ocorre um lento aparecimento de acidez, baixa retenção de umidade na coalhada pelas micelas, formação da coalhada mais rápida, lento aparecimento de sabor e proteólise. As prováveis razões estão relacionadas com o maior conteúdo de minerais, em especial o teor de Ca^{++} das micelas, maior tamanho das micelas de caseína, lenta ação primária do coalho sobre a k-caseína e a pequena estabilidade da caseína à proteólise. As alternativas citadas pelo mesmo autor foram a adição de maior quantidade de fermento para estimular a acidez e a diminuição da concentração de coalho para prolongar a duração da coagulação do leite.

Durante o processamento dos queijos de massa filada, é muito importante a etapa de fermentação da massa (COPPOLA et al., 1990). Nela, ocorre a produção de ácido láctico a partir da fermentação da lactose, havendo uma redução do pH, o que facilita a sinérese da coalhada e propicia as condições para filagem, desenvolvendo ao mesmo tempo as características sensoriais desejáveis na massa do queijo (VALLE, 1991).

A variação da acidez provoca mudanças no equilíbrio de sais. A produção ou a adição de ácidos causa a diminuição do pH para aproximadamente 5,2 e o cálcio e o fósforo saem das partículas coloidais e se dissolvem, produzindo um aumento da concentração do cálcio iônico (TUNICK, 1987).

Estudos realizados por THAKAR et al. (1991) e GANGOPADHYAY & THAKAR (1991) sobre o perfil de textura instrumental com queijo Mozarela de leite de búfala elaborado pelo processo tradicional, mostraram que este apresentou maior elasticidade quando filado a uma temperatura de filagem de 80° C em relação ao filado com temperaturas maiores.

ALTIERO et al. (1984) observaram que durante o processamento do queijo Mozarela de leite de búfala, o pH mais apropriado para o ponto de filagem foi 4,82, apresentando maiores níveis de rendimentos, como mostra a Tabela 5 a seguir.

Tabela 5- Composição de queijos Mozarela de leite de búfala, elaborados com diversos níveis de pH.

Parâmetros (%)	pH		
	5,02	4,82	4,62
Sólidos Totais	50,1	54,0	49,2
Gordura	26,0	29,0	24,0
Proteína	24,1	25,0	25,2

Fonte: ALTIERO et al. (1984).

No processo tradicional a fermentação da massa ocorre num período de algumas horas, dependendo da temperatura utilizada que varia de 32 a 40° C (ADDEO & COPPOLA, 1983). Durante esta fermentação ocorre uma variação da acidez ocasionando mudanças no equilíbrio de sais, o pH é abaixado a 5,2 promovendo as condições necessárias para filagem da massa. A coalhada não suficientemente acidificada se apresenta pouco elástica e se rompe à tração quando submetida à filagem (ALTIERO et al., 1984).

2.5. Acidificação direta na elaboração do queijo

A acidificação direta em produtos lácteos com ácidos orgânicos iniciou-se em escala comercial com a produção de “sour cream” em 1962. O seu uso visava aumentar a produtividade por um processamento de maior volume de leite em menos tempo, sem que fossem necessários grandes investimentos nas plantas de produção já instaladas (LITTLE, 1967).

De acordo com BALLARIN (1947), a adição de ácidos ao leite coagula a caseína devido ao aumento da concentração de íons H^+ , liberando os sais de cálcio que perdendo a sua afinidade pela água não encontra-se mais estabilizada no meio dispersante.

VALLE (1991) estudando a acidificação direta utilizando ácido cítrico na fabricação do queijo Mozarela com leite de vaca, concluiu que o uso desta técnica envolve modificações em relação a tecnologia tradicional da fabricação de queijos. O fenômeno da coagulação ocorre muito rápido e no espaço de 3 a 10 minutos pode-se cortar a massa, enquanto que no método tradicional isso ocorre após 45 a 60 minutos. KELLER et al. (1974) trabalhando com leite de vaca na produção do queijo Mozarela com adição de ácido cítrico em solução a 50% utilizaram temperatura de 5° C, relataram que em pH 5,6 obteve uma coagulação em 2 min e 25 seg., em pH 5,4; 2 min e 26 seg. e para o pH 5,2; 2 min e 31 seg.

A acidificação direta tem sido utilizada na elaboração de muitos tipos de queijos e especialmente o queijo Mozarela, substituindo de forma total ou parcial a acidificação provinda da atividade microbiana. Com esta técnica ocorre a diminuição no tempo de coagulação e a redução da quantidade de coalho utilizada, pois em pH mais baixo a ação da renina é bastante acelerada (OLSON, 1971; VALLE, 1991).

Segundo FURTADO et al. (1980), a substituição do fermento láctico tradicional pelo uso dos ácidos orgânicos possibilita uma melhora no rendimento dos queijos. Vários procedimentos de acidificação direta para queijos dos tipos Minas, Mozarela e Cottage são empregados, e todos baseados no mesmo princípio: a acidificação do leite integral ou desnatado, até um valor de pH ao redor de 5,0 antes de adicionar o coalho, numa temperatura ideal de 35 - 40° C. Com o leite levemente acidificado pelo uso de ácidos, utiliza-se menores quantidades de coalho, acarretando portanto menores custos.

SORDI (1988) desenvolveu equipamento de produção contínua do queijo Mozarela por acidificação direta com ácido cítrico introduzindo alternativas à sua fabricação tradicional e resultando em ganhos econômicos, sem alteração da qualidade do produto final.

MABBITT et al. (1955) encontraram dificuldades com a substituição do fermento para ácidos orgânicos no processo de fabricação, pois a hidrólise das lactonas, e conseqüentemente produção de ácido é máxima durante os estágios iniciais de coagulação diferindo do uso do fermento láctico que aumenta a produção de ácido até atingir um pico que é mantido durante a coagulação e algum tempo após o corte da massa. Com a técnica da acidificação direta forma-se pouco ácido dentro do grão, fazendo com que o queijo fabricado apresente alguns defeitos como textura quebradiça e um gosto ácido normalmente aceito mas não característico.

De acordo com WEBER (1987), no coágulo obtido exclusivamente por ação enzimática não ocorre a dessoragem espontânea. As micelas contraem-se, mas a expulsão do soro é frágil e lenta, pois ele encontra dificuldades para fluir pela massa do coágulo que não foi desmineralizada, uma vez que não sofreu a ação da acidificação fica pouco permeável.

Os microrganismos do fermento transformam a lactose em ácido láctico, sendo que o desenvolvimento da acidez dependerá do tipo de queijo a ser obtido. O coágulo, por apresentar uma certa permeabilidade, alcançada com o desenvolvimento da acidez, pela progressiva solubilização dos sais de cálcio e pela pressão exercida pelas forças de contração do coágulo sobre o soro retido, tem uma tendência intrínseca à autodessoragem. Após algum tempo, se o coágulo for deixado em estado de repouso, surgem gotículas sobre sua superfície que vão crescendo em tamanho e número até o envolver completamente (WEBER, 1987).

WEBER (1987) relata ainda que na coagulação da massa elaborada pela acidificação direta a estrutura micelar é destruída e o coágulo é formado de partículas de caseína pequenas e desmineralizadas, que não tem propriedades de dessoragem em função da sua excessiva desmineralização. Com a ausência do cálcio e a formação de ligações fracas, forma-se um coágulo gelatinoso que tende a fragmentar-se mais e contrair-se menos. A sua estrutura protéica é mais dispersa e difusa e menos interconectada do que o coágulo obtido por ação enzimática. Pela ausência da enzima coagulante e da sua ação proteolítica, a formação de novas ligações intermoleculares não é favorecida. A drenagem deste coágulo faz-se por um simples fluxo de líquido através da massa porosa, porém a retenção de umidade continua alta não somente pela ausência de forças contrativas mas também porque a caseína, sem o fosfato de cálcio micelar associado, forma uma massa plástica que mantém o soro retido no seu interior.

Segundo PATEL et al. (1986) e LATHA et al. (1992), na elaboração do queijo Mozzarella pela acidificação direta têm sido utilizados vários ácidos orgânicos, como o clorídrico, o acético, o fosfórico e o cítrico. A adição de ácido ao leite causa um aumento na remoção de cálcio e fósforo das micelas do complexo fosfoparacaseinato. No processo de acidificação ou fermentação, quando o pH atinge 5,2 a caseína precipita-se, mesmo sem atingir seu ponto isoelétrico, pois as micelas estão suficientemente instáveis para permanecerem em solução (JENNES & PATTON, 1959).

CHU et al. (1992), em recente trabalho com queijo Mozzarella, após a acidificação inicial do leite com ácido láctico, adicionaram glucona delta lactona a massa antes da enformagem, observando-se um desenvolvimento contínuo de acidez nos queijos fabricados sem fermento e obtendo-os com características semelhantes as dos queijos controle.

Segundo KELLER et al. (1974), a composição e as características de textura como firmeza e elasticidade do queijo Mozzarella são influenciadas por inúmeras variáveis, sendo que a produção de ácidos pelos microrganismos é uma das mais importantes. A acidificação direta pode eliminar a variabilidade da produção de ácidos pelas bactérias e o pH do queijo permanece constante durante a sinerese do soro, permitindo que as características sensoriais e de composição dos queijos por acidificação direta podem ser controladas.

SHEHATA et al. (1967) estudaram a adição dos ácidos fosfórico, clorídrico, láctico e cítrico na produção do queijo Azul pelo processo da acidificação direta e avaliaram as influências que o tipo de ácido exercia sobre a retenção de cálcio, composição e firmeza do coágulo. Observaram que o uso do ácido fosfórico resultou em queijos com níveis de cálcio significativamente superiores quando comparados com os elaborados pela tecnologia tradicional. Os queijos fabricados com ácido clorídrico e fosfórico mostraram menor teor de umidade e foram mais firmes em relação ao obtidos com os ácidos láctico e cítrico. No mesmo trabalho, os autores observaram que a adição de diferentes ácidos pode afetar significativamente as características sensoriais e a composição do queijo alterando o processo de coagulação, a retenção de minerais, a umidade da massa, as características do grão, os níveis de cálcio associados à caseína e conseqüentemente o equilíbrio dos sais.

De acordo com BRULE & LENOIR (1987), a acidificação repentina por adição de ácidos produz floculação das caseínas num pH 4,6 na forma de precipitado mais ou menos granular que se separa do soro, ao passo que, na acidificação progressiva pela adição de ácidos, ocorre a formação de um coágulo homogêneo que preenche completamente o volume original do leite.

De acordo com DEMOTT (1983) e VALLE (1991), a adição de ácidos deve ser feita de forma rápida e homogênea, para que não ocorra a floculação ocasionando desta forma problemas na qualidade final do produto bem como perdas no rendimento.

Para VALLE (1991) no processo de acidificação direta, é importante não promover um corte prematuro da coalhada, o que pode causar rompimento, havendo perdas no rendimento e se cortar com atraso prejudicará as características sensoriais, principalmente a textura. OLSON (1971) relata que o corte da coalhada num período curto é muito difícil, devido ao aumento da viscosidade, a coalhada se rompe ao invés de ser cortada.

Para QUARNE et al. (1968), sob o aspecto econômico, pelo uso da técnica de acidificação direta obtém-se queijos com maiores teores de umidade, conseqüentemente com acréscimo no rendimento além da redução da utilização da quantidade de coalho. No mesmo trabalho, com acidificação direta em queijo Mozzarella, realizaram o corte da massa em 5 minutos, utilizando 10ml de coalho em 100l de leite, reduzindo praticamente à metade da quantidade utilizada pelo método tradicional. RATCLIFF (1978) utilizou 50 a 75% da quantidade necessária de coalho. DEMOTT (1983) realizou ensaios utilizando ácido cítrico em leite de vaca, e obteve uma coagulação num espaço de tempo de 3 a 10 minutos.

As quantidades de ácido cítrico a serem adicionadas ao leite de vaca, devem ser ajustadas a um pH de 5,6 a 5,8, pois um pH mais baixo causaria problemas no leite, como a floculação de proteínas e conseqüentemente perdas no rendimento (SORDI, 1988). Trabalhos realizados por VALLE (1991) com leite de vaca indicaram que o pH da massa do queijo Mozzarella, no processo de acidificação com ácido cítrico, permanece constante durante os períodos de corte, agitação e filagem. ATHAR & ANWAR (1992), que utilizaram a técnica de acidificação direta para o processamento de queijo de leite de búfala, trabalharam com pH 5,0.

ADDEO & COPPOLLA (1983) demonstraram que, durante o processamento do queijo Mozzarella com adição de ácido cítrico, a perda de gordura é maior quando a operação de filagem ocorre a um pH mais elevado, sendo que a menor perda de gordura se dá em pH próximo do ponto isoelétrico da caseína.

Existem controvérsias na literatura com relação ao efeito da acidificação direta nas características sensoriais do queijo. SORDI (1988) e SAMPAIO et al. (1996) estudando a adição de ácido cítrico na elaboração do queijo Mozzarella de leite de vaca, observou que em relação ao método tradicional, esta técnica não altera as características sensoriais e mantém a qualidade final do queijo. Porém, de acordo com JENNES & PATTON (1959) e SHEHATA et al. (1967), a adição de ácidos pode afetar as características sensoriais e composição do queijo, alterando o processo de coagulação, as características dos grãos, níveis de cálcio e conseqüentemente o equilíbrio dos sais.

WONG (1974) relatou que na fabricação de queijos em geral, o corte dos grãos em tamanhos não uniformes leva a variações na firmeza, elasticidade e conteúdo de umidade, ocasionando defeitos de textura e de qualidade do produto final. VALLE (1991) relatou que no método de acidificação direta, nas etapas de agitação e aquecimento, o manuseio da coalhada é problemático, podendo acarretar prejuízos na qualidade do produto final, como a floculação da proteína e retenção excessiva de umidade.

ATHAR et al. (1989) realizaram análises sensoriais com queijos típicos do Paquistão e mostraram que os queijos fabricados pelo processo de acidificação direta foram mais aceitáveis do que os fabricados com fermentos lácticos.

COPPOLA et al. (1990) estudaram a técnica da acidificação direta no queijo Mozzarella de leite de búfala com a adição de ácido cítrico e obtiveram produtos com características sensoriais inferiores quando comparados com o processo tradicional.

REDDY et al. (1990) desenvolveram um método para a obtenção do queijo Mozzarella por acidificação direta e os queijos apresentaram as mesmas características físicas e sensoriais e maior rendimento em relação ao queijo padrão, sendo que o processo da acidificação direta apresentou uma maior repetibilidade dos resultados permitindo deste modo uma melhor padronização.

HAGRASS et al. (1984) avaliando o efeito da acidificação direta no rendimento de queijo, obtiveram uma redução de 50% no tempo de fabricação em relação ao método tradicional. Analisando a composição não encontraram diferenças significativas entre as duas técnicas nos parâmetros de acidez, sal e nitrogênio total, porém encontraram menores teores de gordura e umidade quando a acidificação direta foi empregada.

Mc NURLIN & ERNSTROM (1962) em estudos com coágulos para produção de queijo Cheddar com pH entre 4,5 e 5,5 obtidos por acidificação direta com ácido láctico e clorídrico, obtiveram maior firmeza do coágulo com diminuição do pH e aumento da temperatura. PATEL et al. (1986), na fabricação do queijo Mozzarella com leite de búfala pela técnica de acidificação direta, acidificaram o leite à temperatura de 20° C até pH 5,0 com ácido láctico, realizando a filagem logo após a obtenção do coágulo.

Segundo OLSON (1971), SAAL (1978) e TARIQ et al. (1993), considerando exclusivamente o aspecto tecnológico, a adição de ácidos no leite diminui o tempo de processamento, permitindo a operação da filagem logo após a obtenção da massa, possibilitando a produção do queijo Mozzarella pelo processo contínuo e mecanizado.

2.6. Análise Sensorial Descritiva - Perfil Livre

A aparência, a textura e sabor estimulam os sentidos e provocam vários graus de reações de desejo ou rejeição. Então, por um processo complexo, o consumidor escolhe um alimento pelo seu nível de qualidade sensorial. Além disto, uma correta avaliação sensorial é essencial para fixar bases no mercado e melhorar a qualidade ao relacionar certos defeitos às condições de fabricação que podem ser melhoradas (VASSAL, 1987 e JACK & PIGGOTT, 1991/2).

De acordo com STONE & SIDEL (1985), os métodos descritivos, tais como Perfil de Sabor, Perfil de Textura e Análise Descritiva Quantitativa são de grande utilidade na solução de diversos problemas associados ao controle de qualidade, estudos de vida de prateleira, desenvolvimento de novos produtos ou a interpretação das preferências dos consumidores.

DAMÁSIO & COSTELL (1991) relataram que estes métodos são cada vez mais utilizados, embora tenham apresentado certas desvantagens, como a necessidade de grande número de sessões de treinamento. Apesar de muito esforço despendido para a padronização dos termos, os provadores apresentam muitas diferenças na percepção e na forma de descrever os alimentos, ocorrendo com muita frequência discordância entre os membros da equipe.

WILLIAMS & LANGRON (1984) recentemente descreveram uma nova técnica para testes descritivos em alimentos, ou seja o Perfil Livre, que assume que os provadores não diferem na forma de perceber as características sensoriais, mas na forma de descrevê-las. Esta técnica permite diminuir ou até eliminar as sessões de treinamento. A exigência com os provadores é que eles sejam objetivos e capazes de usar escalas de intensidade e desenvolver lista de atributos e vocabulários consistentes. Permite-se aos provadores desenvolver seu próprio vocabulário sobre as percepções sensoriais e também usar escalas apropriadas.

McFIE (1990) relata que a técnica do Perfil Livre apresenta-se no início um procedimento similar ao método convencional. As amostras são apresentadas à equipe e o provador é solicitado a desenvolver sua própria lista de descritores e posteriormente as definições. Muitas vezes pode ocorrer que alguns termos sejam idênticos para diferentes provadores, mas podem ter significado completamente diferente. PIGGOTT & WATSON (1992) utilizaram o Perfil Livre em 25 amostras de cidras. Neste trabalho foram utilizados provadores treinados e não treinados, e comparou-se o Perfil Livre com e sem o método Rede para o levantamento de atributos. Observaram que os provadores não treinados tiveram dificuldades de gerar descritores suficientes e adequados e concluíram que o método Rede é uma alternativa, ajudando no desenvolvimento dos vocabulários.

McEWAN et al. (1989a) realizaram estudos comparativos entre o Perfil Livre e o Perfil Livre com modificação baseada no Método Rede, com 5 amostras de chocolate ao leite. Apresentou-se aos provadores pares de amostras que representam a maior faixa possível das características sensoriais e solicitou-se ao provador descrever as diferenças e as similaridades entre elas para o levantamento de atributos e concluíram que este método não apresentou vantagens, porém relataram que é possível que o estudo tenha sido prejudicado devido ao grande número de amostras.

De acordo com STEENKAMP & TRIJP (1988), o método de Rede pode aumentar o número de descritores, e ao mesmo tempo aumentar os erros principalmente quando são usados mais de três produtos ao mesmo tempo, podendo gerar descritores não relevantes no contexto geral do trabalho.

Os resultados obtidos das fichas de escala de intensidade foram coletados e em seguida submetidos a Análise Procrustes Generalizada (GOWER, 1975). Com esta técnica estatística, os resultados de cada provador são considerados como coordenadas num espaço multidimensional. Estas são transformadas para obter uma configuração consenso, que minimiza a variação residual entre os provadores, revelando a interrelação entre as amostras para a equipe como um todo. As informações sobre a interrelação entre descritores usados pelos vários indivíduos são obtidas pelas suas correlações com as duas principais dimensões da configuração consenso (McFIE, 1990).

ARNOLD & WILLIAMS (1986) relataram que o uso do Perfil Livre, só foi possível com o desenvolvimento da Análise de Procrustes Generalizada. McFIE (1990) relata que com o surgimento de mercados comuns entre vários países, é importante notar que a Análise Procrustes Generalizada possui habilidade de processar dados das mesmas amostras e de provadores em diferentes países, e é claramente a chave de todos os testes sensoriais interlaboratoriais.

MARSHALL & KIRBY (1988) estudaram o Perfil Livre em 5 amostras de queijos Cheddar, utilizando provadores que já tinham feito testes de análise sensorial, e levantaram uma média de 14 atributos. Os provadores não consistentes foram detectados através da análise estatística. Concluíram que a textura sensorial do queijo pode ser medida satisfatoriamente pelo Perfil Livre e de uma maneira objetiva e sistematicamente similar ao método convencional.

JACK et al. (1989) verificaram a relação entre a composição química, textura instrumental e textura sensorial através do Perfil Livre em 19 amostras de queijos Cheddar. Os autores utilizaram provadores não treinados e concluíram que nenhuma das análises discriminou as amostras da mesma forma que os provadores discriminaram, embora apenas a 2ª e 3ª dimensão apontassem as diferenças entre os queijos.

PAROLARI et al. (1994) estudaram a técnica do Perfil Livre em 21 amostras de queijo Parmegiano-Reggiano, que foram avaliados por 6 provadores, com objetivo de desenvolver vocabulários de termos para o uso na análise sensorial. Uma média de 20 termos foram levantados, incluindo atributos de aroma e sabor.

PAROLARI (1994) estudou o Perfil Livre em 6 amostras de presunto cru, com diferentes tempos de conservação. Neste trabalho o autor utilizou 10 provadores não treinados, e observou que destes 6 foram consistentes nos resultados.

McEWAN et al. (1989b) estudaram o Perfil Livre em 7 amostras de queijos Cheddar em comparação com a Análise Descritiva Quantitativa e em ambos os métodos foram utilizados 8 provadores, que avaliaram os atributos de sabor, odor e características de textura. Os resultados mostraram que os métodos foram similares e facilmente interpretáveis, e sugeriram que o menor tempo usado no Perfil Livre o torna uma técnica apropriada quando usada com provadores treinados para realizarem análise sensorial.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Matéria-prima

A matéria-prima utilizada foi o leite de búfala integral, fornecido pela Fazenda Brandina em Campinas - SP, durante os meses de abril, maio e junho de 1995. O leite foi transportado em latões de 30 litros resfriado a $\pm 10^{\circ}$ C e levado até o Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), em aproximadamente 20 minutos.

3.1.2. Coalho

O coalho utilizado foi o coalho líquido (força: 1:3.000), fornecido pela Ha-LA do Brasil, CHR. HANSEN IND. e COMÉRCIO LTDA., Valinhos, SP.

3.1.3. Fermento láctico

O fermento láctico utilizado foi o DVS termofílico constituído por cepas de *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* fornecidas pela HA-LA do Brasil.

3.1.4. Outros ingredientes

.Cloreto de cálcio: solução aquosa a 50% (p/v).

.Cloreto de sódio comercial da marca Cisne.

.Ácido cítrico da marca Fermenta: solução a 20%.

3.2. Métodos

3.2.1. Testes preliminares

Foram realizados ensaios preliminares em laboratório para se definir as condições de processamento do queijo Mozarela de leite de búfala, utilizando ácido cítrico. Os ensaios preliminares foram realizados para: (a) determinação da quantidade em ml da solução de ácido cítrico por litro de leite, através de medidas de pH, (b) determinação da quantidade de coalho a ser utilizada, para coagulação do leite em aproximadamente 5 minutos.

3.2.2 Processamentos

Foram efetuados 3 ensaios de produção, com volume de 20 litros de leite por processamento. Em cada ensaio foram realizados 2 tipos de processamentos para a elaboração do queijo Mozarela: os métodos, tradicional com o uso de fermento e o método da acidificação direta, com adição de ácido cítrico, cujos fluxogramas encontram-se nas Figuras 1 e 2.

Os processamentos dos queijos foram realizados no Centro de Tecnologia de Leite e Derivados do Instituto de Tecnologia de Alimentos em Campinas - SP.

Na recepção, o leite foi analisado quanto às características físicas e químicas. A pasteurização foi realizada a 63° C por 30 minutos e o resfriamento a 34° C. Após o leite ser resfriado, foi adicionado o cloreto de cálcio (40ml para 100 litros de leite) e separado em 2 cubas. Para o queijo tradicional adicionou-se o fermento (1%) e depois o coalho (10ml/100l de leite).

Enquanto ocorreu a etapa de coagulação do leite no método tradicional trabalhou-se com a fabricação do queijo pelo método de acidificação direta adicionando-se o ácido até o pH entre 5,0 e 5,1 e em seguida adicionou-se o coalho (5ml /100l de leite). Em ambos os métodos, o coalho foi diluído em água (15 a 20 partes de água e uma de coalho) e a solução foi adicionada ao leite, sob agitação constante.

A coagulação foi realizada a 34° C e o corte da coalhada foi feito com liras de tamanho 1,5 cm e o aquecimento foi aproximadamente 40° C para ambos os métodos e durante o aquecimento fez-se uma agitação lenta. A operação de filagem foi realizada da seguinte maneira: temperatura da água de filagem: $\pm 90^{\circ}$ C; temperatura da massa $\pm 58^{\circ}$ C e o tempo de filagem foi aproximadamente 5 minutos

Após a filagem realizou-se a moldagem dos queijos na forma de bolas e, em seguida estas foram colocadas em água fria a 10° C. A salga dos queijos foi realizada em salmoura à temperatura de a 10° C. Os queijos foram mantidos na salmoura por mais ou menos 30 minutos e posteriormente acondicionados em sacos plásticos e mantidos sob refrigeração por 3 dias à temperatura de $\pm 8^{\circ}$ C.

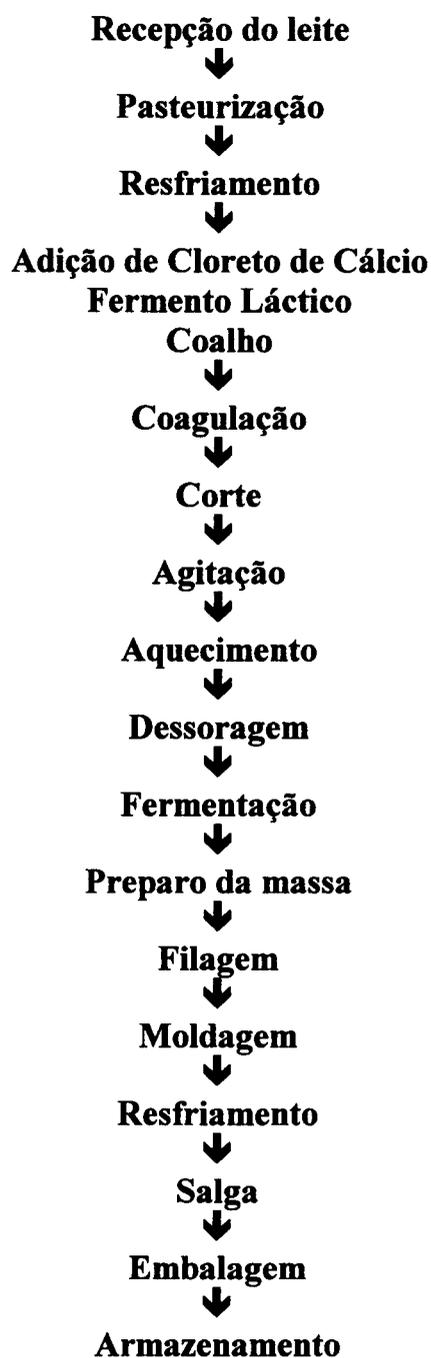


Figura 1. Fluxograma do processamento do queijo Mozzarella de leite de búfala pelo processamento tradicional.



Figura 2. Fluxograma da elaboração do queijo Mozzarella de leite de búfala pelo processamento de acidificação direta.

3.3. Métodos físicos e químicos

3.3.1. Amostragem

Amostras de leite e soro foram retiradas do tanque de fabricação, após prévia homogeneização e as de queijo foram coletadas depois da salga. Todas as amostras foram armazenadas em frascos de vidro. As amostras dos queijos foram cortadas e maceradas em gral até uniformização.

3.3.2. Métodos analíticos

3.3.2.1. pH

O pH do leite, do soro e do queijo foi determinado em peagâmetro da marca Ingold, modelo 206.

3.3.2.2. Acidez

A acidez do leite, do soro e do queijo foi determinada por titulação com NaOH 0,1 N sendo expressa em °D, de acordo com ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITYCAL CHEMISTS (AOAC, 1990). Este método fundamenta-se na neutralização, até o ponto de equivalência, pelo hidróxido de sódio, na presença do indicador fenolftaleína.

3.3.2.3. Umidade

Os teores de umidade do leite e dos queijos foram determinados de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (1990), que se baseia na técnica de secagem em estufa a 100 - 105° C até peso constante.

3.3.2.4. Gordura

Os teores de gordura do leite do queijo foram determinados pelo método Soxhlet de acordo com a metodologia citada pela AOAC (1990).

3.3.2.5. Lactose

Os teores de lactose do leite foram determinados por diferença dos componentes avaliados.

3.3.2.6. Proteína

O teores de proteína do leite e do queijo foram determinados pelo método Kjeldahl, de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (1990).

3.3.2.7. Extrato seco total (EST)

O EST do leite e do queijo foi determinado pela seguinte relação:

$$\% \text{ EST} = 100 - \% \text{ Umidade}$$

3.3.2.8. Cinzas

Os teores de cinzas do leite e do queijo foram analisadas de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (1990), que fundamenta-se na perda que ocorre quando o produto é incinerado a 500 - 550° C, com destruição da matéria orgânica.

3.3.2.9. Cálcio

Os teores de cálcio no leite e de queijo foram analisadas quanto ao teor de cálcio, em extratos obtidos mediante digestão nitroperclórica e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica conforme método descrito por SARRUGE & HAAG (1974).

3.4. Rendimento

A eficiência de cada processamento foi avaliada mediante a relação do volume inicial do leite utilizado na fabricação e o peso de queijo obtido.

3.5. Análise sensorial

3.5.1. Amostra

Foram realizados 3 ensaios para os 2 processamentos. Os queijos obtidos na forma de bolas foram analisados sensorialmente após 3 dias de sua elaboração. Nos testes descritivo e de aceitação, foram utilizadas amostras de queijo Mozzarella elaborado com leite de búfala pelo método tradicional e pelo método de acidificação direta com a adição de ácido cítrico.

3.5.2. Apresentação das amostras

As amostras foram servidas à temperatura ambiente em quantidades em torno de 20 gramas tanto para o teste descritivo como para o de aceitação. Em ambos os testes, as amostras foram codificadas com um número de 3 dígitos e a ordem de apresentação foi aleatória.

3.5.3. Condições do teste

Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA/UNICAMP) em cabines individuais. Para os testes descritivo e de aceitação utilizou-se luz branca e para o teste de seleção (triangular) utilizou-se luz vermelha. Os horários dos testes foram pela manhã entre às 9:00 e 12:00 horas e a tarde das 14:00 as 17:00 horas.

3.5.4. Método Perfil Livre

3.5.4.1. Seleção preliminar dos provadores - teste triangular

Inicialmente foi realizada uma pré-seleção com 20 provadores (15 mulheres e 5 homens), alunos e funcionários de idades entre 22 a 40 anos. Estas pessoas costumavam consumir queijos, embora não consumissem queijo Mozzarella de leite de búfala com frequência, e apresentaram interesse e disponibilidade de tempo no período de realização da análise, que foi em torno de 4 meses no total. Os provadores não conheciam a técnica do Perfil Livre, mas todos já tinham experiência com a análise descritiva e teste de aceitação.

Para o teste descritivo, os provadores foram previamente selecionados. Utilizou-se o teste triangular, onde cada provador recebeu três amostras codificadas e foi informado que duas amostras eram iguais e uma diferente. O provador foi solicitado a provar as amostras da esquerda para a direita e identificar a amostra diferente. Foi realizada 1 sessão por dia, em 3 dias consecutivos, e em cada sessão foi apresentado um grupo de 3 amostras. A ficha empregada pode ser observada na Figura 3. O critério usado para seleção de provadores foi no mínimo de 60% de acertos no total de testes realizados.

Nome: _____	Data: _____	
Por favor teste as amostras, da esquerda para a direita e identifique com um círculo a amostra diferente.		
Amostras: _____	_____	_____
Comentários: _____		

FIGURA 3. Ficha utilizada para a seleção preliminar de provadores utilizando teste triangular.

3.5.4.2. Levantamento de atributos

O levantamento de atributos foi realizado através do método Rede ("The Kelly Repertory Grid Method" - MOSKOWITZ,1983). Foram realizadas 2 sessões (uma pela manhã e uma à tarde) e em cada sessão foi apresentado duas amostras de queijo, solicitando-se que o provador anotasse as similaridades e as diferenças entre os queijos. A Figura 4 apresenta a ficha utilizada para o levantamento de atributos.

3.5.4.3. Elaboração das fichas individuais

Após as sessões de levantamento de termos e discussão individual com os provadores, foram montadas as listas de atributos de cada provador. Com as listas de atributos de cada provador foram então elaboradas as fichas com as escalas de intensidade, também foi feita uma lista de definições dos atributos específicos. Utilizou-se neste trabalho escalas não estruturadas de 9 cm. A Figura 5 mostra um exemplo de ficha utilizada no método do Perfil Livre. Foi empregada mais uma sessão para testar as fichas, já simulando o teste descritivo com o queijo Mozzarella. Nessa sessão, quando necessário, os provadores alteraram suas fichas inserindo ou excluindo atributos, mudando os termos nos extremos das escalas.

Foram realizados 3 processamentos de queijos. Para cada processamento foi realizada uma análise sensorial com 3 repetições que foi realizada em 3 sessões, sendo que em cada sessão o provador testava um bloco com as duas amostras.

No total, foram realizadas 14 sessões, sendo 3 para a seleção dos provadores, 2 para levantamento de atributos, 1 para checar as fichas e 9 para avaliação das amostras (3 para cada processamento).

Nome: _____ Data: _____

Por favor, compare as amostras quanto a aparência, aroma, sabor e textura e indique as similaridades e as diferenças entre os queijos.

Amostras: _____ e _____

Similaridades	Diferenças
Aparência	
Aroma	
Sabor	
Textura	
Comentários: _____	

FIGURA 4 . Ficha para o levantamento de atributos com o método Rede.

3.5.5. Teste de aceitação dos queijos

O teste de aceitação foi realizado com os queijos elaborados no 3º processamento. Foram utilizados 50 provadores não treinados, 32 mulheres e 18 homens, de idades variáveis de 20 a 45 anos, alunos, professores e funcionários da FEA. Cada provador avaliou as duas amostras. Foi utilizada uma escala hedônica estruturada de 9 cm. A Figura 6 mostra a ficha utilizada no teste de aceitação. Também foram feitas perguntas sobre a frequência, forma e local de consumo do queijo Mozzarella de leite de búfala.

3.6. Avaliação instrumental de textura

A textura dos queijos elaborados no 3º processamento foi avaliada através do texturômetro TA.XT2 Texture Analyser. As amostras foram preparadas com furador de rolha de 1,5cm de diâmetro e em seguida cortadas em cilindro de 1,5cm de altura. Foi utilizada a célula de compressão com velocidade de 0,8mm/s e uma distância de compressão da amostra de 11,3mm, sendo medido o parâmetro de força máxima de compressão (THORBORROW & MITCHELL (s.d)).

3.7. Avaliação instrumental de cor

Os queijos elaborados pelos métodos tradicional e da acidificação direta obtidos no 3º processamento, foram cortados em forma de paralelepípedo para a medição da cor. As medições da cor foram feitas por reflexão de luz por meio do espectrofotômetro CONCOR 1500 Plus sob o iluminante C, ângulo de 2º e configuração DREOL, que é o intervalo de comprimento de onda de 360nm a 740nm (FERREIRA, 1981). Foram traçadas as curvas de reflectância das duas amostras.

Nome: _____ Data: _____

Prove por favor as amostras de queijo Mozzarella de leite de búfala e diga sua preferência de acordo com a escala. Em seguida responda as razões da sua resposta.

Amostra n°. _____

Gostei muitíssimo

Desgostei muitíssimo

Amostra n°. _____

Gostei muitíssimo

Desgostei muitíssimo

Porque gostei: _____

Porque desgostei: _____

Frequência de consumo:

frequentemente () ocasionalmente () nunca ()

Como já consumiu? nózinho () bola () pizza ()

Em que locais? restaurante () casa () outros ()

FIGURA 6: Ficha de avaliação do teste de aceitação dos queijos.

3.8. Análise estatística

Com os dados obtidos das medidas químicas e de cor foram realizadas análises de variância utilizando o pacote estatístico SAS. Para a comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey ao nível de significância de 5% (PIMENTEL-GOMES, 1990). Para a análise dos resultados do teste triangular foi contado o número de respostas corretas e usada a tabela baseada no teste chiquadrado (MORAES, 1994).

Os dados sensoriais do Perfil Livre (3 processamentos e 3 repetições de cada) foram analisados pela Análise Procrustes Generalizada (GPA). Foi utilizado o programa Procrustes - PC versão 2.2 - Oliemans, Punter and Portnens, P.O. Box 14167.3508 SG Utrech, Holanda (ORESKOVICK et al. 1991).

Para a análise estatística dos dados do teste de aceitação dos queijos foi realizada análise de variância de 2 fatores (amostra e provador) e cálculo de médias. Para a discussão dos resultados também foram confeccionados histogramas de frequência de valores de aceitabilidade, forma de consumo dos queijos e locais de consumo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Testes preliminares

4.1.1. Determinação da quantidade de ácido cítrico para o método de acidificação direta

A técnica de acidificação direta envolve algumas modificações na tecnologia tradicional. A Figura 7 mostra que a quantidade de ácido cítrico necessária para acidificar o leite de búfala entre pH 5,0 a 5,1 foi entre 12 a 13ml de ácido cítrico a 20 %, dependendo do pH inicial do leite.

Esta determinação é muito importante, pois a quantidade a ser utilizada é variável uma vez que está diretamente relacionada ao pH inicial do leite.

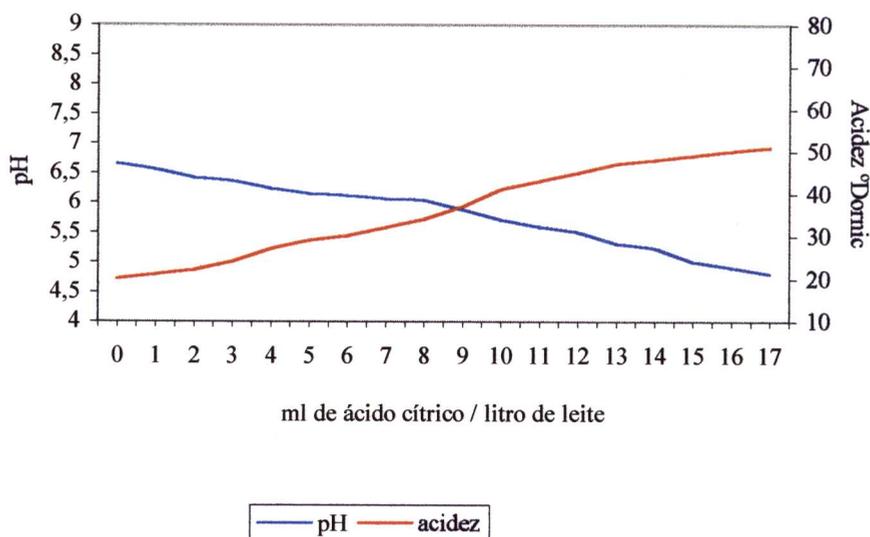


Figura 7: Variação do pH e acidez (°D) do leite de búfala em função da quantidade de ácido cítrico adicionada.

4.1.2. Determinação da quantidade de coalho

Foi determinada a quantidade de coalho a ser utilizada para a coagulação do leite, e os resultados mostraram que a quantidade indicada para coagulação em aproximadamente 5 minutos, foi 5ml em 100 litros de leite para o método da acidificação direta, enquanto que no método tradicional foram necessários 10ml/l de coalho. QUARNE et al. (1968) reduziram praticamente pela metade a quantidade de coalho utilizada no método da acidificação direta e RATCLIFF (1978) utilizou 50 a 75% da quantidade necessária de coalho para a coagulação do leite.

4.2. Processamento

Entre os métodos utilizados para a elaboração dos queijos existem diferenças em algumas etapas de elaboração, conforme mostram as Figuras 1 e 2.

4.2.1. Características físicas e químicas da matéria-prima

De acordo com os resultados obtidos o leite não apresentou diferenças de pH e acidez entre as coletas. Observa-se que o pH do leite de búfala possui valores semelhantes ao do leite de vaca, enquanto que a acidez em °D é maior para o leite de búfala. Este fato está relacionado com o elevado teor de caseína no leite de búfala, que produz um efeito tampão na titulação acidimétrica, ocasionando elevação no valor de acidez do leite (FURTADO, 1980b).

Tabela 6: Valores de pH e acidez do leite para a elaboração dos queijos.

Parâmetros	Processamentos		
	1º Processamento	2º Processamento	3º Processamento
pH	6,65	6,60	6,65
Acidez (°D)	20,9	21,0	20,5

De acordo com a Tabela 7, o leite para a elaboração dos queijos de cada processamento não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). De acordo com FURTADO (1980a), a composição química do leite de búfala varia principalmente no período de junho a outubro, devido a época de lactação. Portanto, era esperado que não se encontrasse variações nestes valores, já que o leite utilizado foi dos meses de abril, maio e junho. Resultados semelhantes para a composição do leite de búfala foram obtidos por FERRARA & INTRIERI (1975); GANGULI (1975); FAO (1991) e VERRUMA & SALGADO (1994), que encontraram valores entre 3,90 a 4,5% para proteína, 7,40 a 9,60% para gordura, 3,30 a 5,90% para lactose, 16,00 a 17,00% de sólidos totais, 0,70 a 0,85% para cinzas e 1,80 a 1,88% para cálcio.

Tabela 7 : Composição química dos leites utilizados nos 3 processamentos*.

Parâmetros avaliados	1º Proc.	2º Proc.	3º Proc.	D.M.S (5%)
Gordura	7,02 ^a	6,77 ^a	6,80 ^a	0,56
Proteína	3,99 ^a	3,95 ^a	4,00 ^a	0,22
Lactose	4,73 ^a	4,61 ^a	4,64 ^a	0,40
Sólidos Totais	17,00 ^a	17,00 ^a	16,49 ^a	1,12
Umidade	83,00 ^a	83,00 ^a	83,25 ^a	2,10
Cinzas	0,78 ^a	0,77 ^a	0,77 ^a	0,25
Cálcio	1,80 ^a	1,80 ^a	1,82 ^a	0,63

*Médias de 3 repetições.

Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem significativamente ($p < 0,05$).

4.2.2. Coagulação e corte

A coagulação na técnica da acidificação direta é muito rápida, ocorrendo num tempo de até 10 minutos, enquanto que no método tradicional a coagulação ocorre entre 40 a 60 minutos, dependendo entre outros fatores do tipo de coalho utilizado. O tempo necessário para alcançar o ponto de corte da massa nestes experimentos para o método de acidificação direta foi em torno de 5 minutos. QUARNE et al. (1968), DEMOTT (1983) e VALLE (1991) trabalhando com queijo Mozzarella fabricado com leite de vaca, pelo método de acidificação direta, cortaram a coalhada num espaço de 3 a 10 minutos.

Após o corte da coalhada observou-se que os grânulos apresentaram-se de maneira diferente, sendo que os coágulos do queijo elaborado pelo método tradicional eram mais firmes, enquanto os do queijo elaborado pela acidificação direta eram gelatinosos. De acordo com WEBER (1987), esses resultados podem ser explicados pelo fato de que nos queijos elaborados pela acidificação direta a estrutura micelar é destruída e o coágulo é formado de partículas de caseína pequenas e desmineralizadas, que não tem propriedades de dessoragem em função da sua excessiva desmineralização. Com a ausência do cálcio e formação de ligações fracas, forma-se um coágulo gelatinoso que tende a fragmentar-se mais e contrair-se menos.

4.2.3. Fermentação da massa no método tradicional

Nos experimentos realizados pelo método tradicional, a fermentação da massa ocorreu num período de 4 a 5 horas, mantendo-se a temperatura de 34° C(±2). O pH utilizado neste trabalho foi entre 5,0 a 5,2. A evolução do pH e acidez da massa pelo método tradicional são representadas na Figura 8. Nesta, observa-se um aumento progressivo da produção de ácido láctico e uma diminuição do pH da coalhada, atingindo-se o ponto de filagem da massa entre 4 a 5 horas.

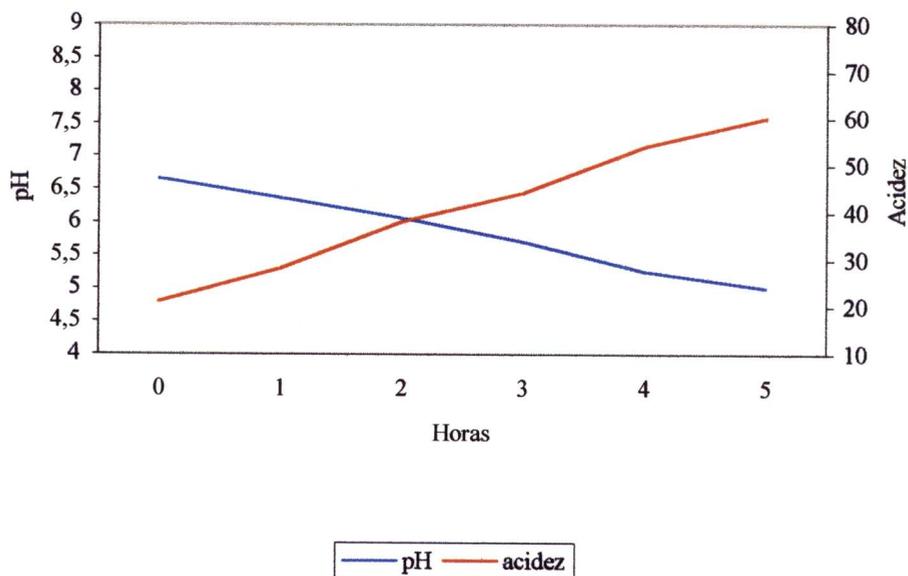


Figura 8: Variações do pH e acidez durante a fabricação do queijo Mozzarella pelo método tradicional.

De acordo com ALTIERO et al. (1984), o pH ideal da coalhada é da ordem de 5,2 e a coalhada não suficientemente acidificada apresenta-se pouco elástica e rompe-se à tração quando submetida à operação da filagem. No mesmo trabalho os autores relatam que o pH ideal para a filagem do queijo Mozzarella de leite de búfala está em torno de 4,82, pois promove maiores níveis de rendimento. ADDEO & COPPOLA (1983) trabalhando com Mozzarella de leite de búfala, relataram que no pH mais próximo do ponto isoelétrico da caseína, a coalhada se torna mais firme e conseqüentemente ocorre menor perda de gordura da massa.

No método tradicional de fabricação do queijo Mozarela a fermentação propicia as condições necessárias para a filagem, alcançando-se níveis adequados de desmineralização da massa, ou seja, a formação do paracaseinato monocálcico (CHAMPMAN & SHARPE, 1981)

4.2.4. Tempo de fabricação dos queijos

A Tabela 8 mostra o tempo aproximado para a fabricação dos queijos. Pode-se observar que as durações das etapas de coagulação e fermentação são as que se diferenciam em ambos os métodos. Observa-se que o tempo de coagulação diminuiu de 45 a 60 minutos no método tradicional para 5 minutos no da acidificação direta e a etapa de fermentação, que durou 4 horas no método tradicional, não é necessária na acidificação direta.

A fermentação é uma etapa praticamente inexistente na técnica de acidificação direta, pois o abaixamento do pH é causado pela adição de ácidos. De acordo com BALARIN (1947), a adição de ácidos no leite coagula a caseína devido ao aumento da concentração de íons de H^+ , liberando sais de cálcio ao perder sua afinidade pela água não encontra-se mais estabilizada no meio dispersante.

Com a diminuição do tempo de coagulação e ausência da etapa de fermentação no método de acidificação direta, observa-se uma redução de 8 para 3 horas, ou seja, aproximadamente 60% do tempo utilizado no método tradicional. Vários pesquisadores trabalhando com acidificação direta em queijo Mozzarella obtiveram resultados semelhantes (OLSON, 1971; PATEL et al., 1986; TARIQ et al., 1993; COPPOLA et al., 1993; SAMPAIO et al., 1996). VALLE, (1991) relatou uma redução de 3 a 4 horas em relação ao processamento tradicional.

Tabela 8: Tempo aproximado para a elaboração do queijo Mozarela fabricado pelos métodos tradicional e da acidificação direta.

Operações	Métodos	
	Tradicional	Acidificação direta
Recepção	10 min	10 min
Pasteurização	30 min	30 min
Resfriamento	20 min	20 min
Adição de coadjuvantes	30 min	30 min
Coagulação	40 min	5 min
Corte	5 min	5 min
Agitação / Aquecimento	15 min	15 min
Dessoragem	10 min	10 min
Fermentação	4 horas	-
Preparo da massa	5 min	5 min
Filagem	10 min	10 min
Salga	30 min	30 min
Embalagem	10 min	10 min
Total	8 horas*	3 horas*

*aproximadamente

4.2.5. Composição química dos queijos

As Tabelas 9 e 10 mostram os resultados das análises químicas dos queijos elaborados pelos métodos tradicional e da acidificação direta nos 3 processamentos.

Tabela 9: Composição química dos 3 processamentos dos queijos elaborados pelo método tradicional*.

Parâmetros avaliados (%)	1º Proc.	2º Proc.	3º Proc.	C.V(%)	D.M.S (5%)
Gordura	28,17 ^a	26,51 ^b	26,13 ^b	0,85	0,57
Proteína	21,24 ^a	21,46 ^a	20,76 ^b	0,86	0,46
Sólidos Totais	54,60 ^a	55,60 ^a	52,79 ^b	0,74	1,00
Umidade	45,27 ^a	44,50 ^b	47,22 ^b	0,83	0,93
Cinzas	2,67 ^a	2,76 ^a	2,66 ^a	2,11	0,14
Cálcio	2,34 ^b	2,50 ^{ab}	2,55 ^a	2,03	0,13

*Média de 3 repetições.

Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem significativamente ($p < 0,05$).

Tabela 10: Composição química dos 3 processamentos dos queijos elaborados pelo método de acidificação direta.*.

Parâmetros avaliados (%)	1º Proc.	2º Proc.	3º Proc.	C.V(%)	D.M.S (5%)
Gordura	27,32 ^a	26,56 ^b	26,57 ^b	0,40	0,27
Proteína	23,64 ^b	23,86 ^a	23,85 ^a	0,10	0,63
Sólidos Totais	51,93 ^b	52,36 ^a	52,36 ^a	0,31	0,40
Umidade	48,07 ^a	47,64 ^b	47,47 ^b	0,16	0,19
Cinza	2,58 ^a	2,56 ^a	2,57 ^a	0,81	0,05
Cálcio	2,37 ^b	2,43 ^b	2,51 ^a	1,27	0,08

*Média de 3 repetições.

Médias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem significativamente ($p < 0,05$).

De acordo com as Tabelas 9 e 10, os resultados para as repetições (3 processamentos) dos queijos obtidos pelos métodos tradicional e da acidificação direta mostraram que, com exceção das cinzas, os outros componentes apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). Estas diferenças entre as repetições dos processamentos estão sujeitas a ocorrer, pois podem estar diretamente relacionadas com algumas etapas de fabricação dos queijos como o corte, agitação, dessoragem e momento da filagem, que não se repetem com precisão na elaboração dos queijos. Por outro lado, essas diferenças podem ser consideradas pequenas, já que o coeficiente de variação são muito baixos.

De acordo com VALLE (1991), principalmente as etapas de agitação, aquecimento e manuseio da coalhada podem acarretar alterações na composição e qualidade dos queijos. No método da acidificação direta, a adição do ácido deve ser de maneira rápida e homogênea, pois pode acarretar prejuízos na qualidade do produto final, como a floculação da proteína e retenção excessiva de umidade. SAMPAIO et al. (1996) relata que a adição de ácido deve ser sob agitação para evitar superacidificação localizada.

Os resultados para gordura, proteína, sólidos totais, umidade, cinzas e cálcio para o método tradicional estão similares aos citados por ROSSI (1977); BONASSI et al. (1982); ADDEO & COPPOLA (1983); ALTIERO et al. (1984); TARIQ et al. (1993) e VERRUMA et al. (1993).

Na Tabela 11 observa-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os dois métodos de processamento. Foi observado maior nível de umidade no queijo Mozzarella elaborado pela acidificação direta e conseqüentemente um maior teor de sólidos totais no processo tradicional. Estes resultados também são confirmados nos testes sensoriais descritivos que levantaram atributos relativos a umidade. Também, observa-se diferenças para os resultados de proteína com valores mais baixos para o método da acidificação direta, o que pode ser explicado pela sua maior perda nesse método, devido a fragilidade do coágulo. Considerando-se o teor de proteína no extrato seco total, o seu nível também foi menor para o queijo elaborado pela acidificação direta (40,50%), que para o elaborado pelo método tradicional (43,82%). Porém, não apresentaram diferenças para os níveis de gordura, cinzas e cálcio. Os resultados para o cálcio estão de acordo com SHEHATA (1967), que relatou que a acidificação direta em queijos não afeta os níveis de cálcio.

Tabela 11: Composição química dos queijos elaborados pelos métodos tradicional e acidificação direta.

Queijos	Parâmetros avaliados (%)					
	Gordura	Proteína	Sólidos Totais	Umidade	Cinzas	Cálcio
Tradicional	26,94 ^a	23,79 ^a	54,29 ^a	45,73 ^a	2,69 ^a	2,46 ^a
Acidificação direta	26,82 ^a	21,15 ^b	52,22 ^b	47,66 ^b	2,57 ^a	2,43 ^a
C.V%	0,66	0,58	0,57	0,57	1,63	1,70
D.M.S	0,18	0,13	0,31	0,28	0,04	0,04

*Média de 9 repetições.

Médias na mesma coluna seguidas de letras iguais não diferem significativamente ($p < 0,05$).

VALLE (1991) destaca que o teor de sólidos totais dos queijos pode ser influenciado por vários fatores como temperatura de coagulação, corte e temperatura e velocidade de aquecimento. No presente trabalho observou-se que o corte da coalhada no método de acidificação direta apresentou maior resistência a ação das liras. Estas observações também foram relatadas por VALLE (1991) que justifica esta resistência devido ao aumento da viscosidade da coalhada com a adição do ácido.

O pH de ambos os tipos de queijos ficou em torno de 5,0 a 5,1. HAGRASS et al. (1984) avaliando o efeito da acidificação direta na composição química, não encontraram diferenças significativas entre as duas técnicas nos parâmetros de acidez, sal e nitrogênio total, porém encontraram menores teores de gordura quando a acidificação direta foi empregada. Portanto, os resultados encontrados no presente trabalho concordam com os desses autores, com relação a acidez, discordando, porém com relação a proteína e gordura.

4.3. Rendimento

De acordo com os resultados obtidos o queijo Mozzarella elaborado pelo método de acidificação direta apresentou rendimento sensivelmente maior em relação ao método tradicional. Este maior rendimento foi provavelmente devido ao maior teor de umidade presente neste queijo, resultado também obtido por QUARNE et al. (1968b).

Tabela 12: Resultados de rendimento e peso dos queijos*.

Processamento	Kg de queijo / 20l de leite	Rendimento (%)
Tradicional	3,46	17,3
Acidificação Direta	3,60	18,0

* Média de 3 repetições.

4.4. Análise Sensorial

4.4.1. Levantamento de atributos

A Tabela 13 mostra os atributos levantados pelos provadores e suas respectivas definições. Observa-se que para as citações dos atributos de aparência, os mais relevantes foram cor (10), homogeneidade da massa (7) e brilho (5). No caso do atributo cor, a diferença entre os dois queijos foi marcante, ocorrendo uma coloração esverdeada no queijo elaborado pelo método da acidificação direta. Para as citações dos atributos de aroma, os que mais se destacaram os atributos manteiga e característico (7), seguidos dos atributos lácteo (6) e ácido (5). Para os atributos de sabor, os que mais se destacaram foram característico e ácido com 8 citações cada, e amargo com 3 citações. Quanto aos atributos de textura, os mais citados foram firmeza (6), fibrosidade (5), umidade (5) e maciez (4).

Através do método Rede, os provadores levantaram os atributos dos dois queijos e o seu número variou de 7 a 13. McEWAN et al.(1989) trabalhando com 7 tipos de queijo utilizando Perfil Livre, com 8 provadores, relataram a descrição 13 a 27 atributos. WILLIAMS & ARNOLD (1985), em estudos com 6 tipos de café, com 10 provadores, descreveram entre 7 a 15 atributos. WILLIAMS & LANGRON (1984), estudando 8 variedades de vinho com 10 provadores levantaram entre 8 a 18 atributos. ADDEO & COPPOLA (1983) estudando as características sensorias de textura da Mozzarella de leite de búfala, destacaram a importância dos atributos de firmeza, adesividade, elasticidade e umidade, atributos estes descritos pelos provadores neste trabalho.

Tabela 13: Definições de atributos levantados pelos provadores na ficha de Rede e o número dos provadores que citou o atributo.

ATRIBUTOS		DEFINIÇÕES	NÚMERO DO PROVADOR
APARÊNCIA			
Cor	intensidade da cor branca, contrapondo-se à presença da cor esverdeada.		1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
Homogeneidade a massa	ausência de partículas .		1,2,4,6,7,9,10
Brilho	referente ao brilho da superfície do queijo		1,2,6,7,8
Característica	conjunto de características que tradicionalmente determinam o produto.		4,8
Gordurosa	refere-se a aparência gordurosa.		3
Fibrosidade	refere-se a uma reunião de fibras.		2
AROMA			
Característico	conjunto de características que determinam o produto tradicionalmente.		3,4,5,6,7,8,9
Manteiga	refere-se ao aroma de manteiga.		1,2,3,6,7,8,9
Lácteo	refere-se ao aroma característico de produtos lácteos		1,5,6,8,9,10
Ácido	aroma acidulado (refere-se a aroma de fermentação láctica)		2,4,6,8,9
SABOR			
Característico	conjunto de características que determinam o produto tradicionalmente		2,4,5,6,7,8,9,10
Ácido	refere-se ao gosto ácido		1,2,3,6,7,8,9,10
Amargo (residual)	refere-se ao gosto amargo que permanece na boca após ter engolido o alimento.		2,6,8
Gordura	refere-se ao sabor de gordura.		1,4
Fermento	refere-se ao sabor característico do fermento lácteo.		1,4
Manteiga	refere-se ao sabor da manteiga.		3
Lácteo	refere-se ao sabor característico de produtos lácteos.		5
Salgado	refere-se ao gosto salgado		6
TEXTURA			
Firmeza	refere-se a estabilidade / consistência firme		1,4,5,6,7,8
Fibrosidade	refere-se a união de fibras		2,4,5,6,8
Umidade	refere-se a textura ligeiramente úmida.		1,4,7,8,10
Maciez	refere-se ao aspecto macio do queijo ao mastigar ou cortar.		2,3,9,10
Homogeneidade da massa	ausência de partículas.		3,5
Elasticidade	refere-se a velocidade com que material deformado volta ao seu estado original após a força que o deformou ter sido removida		2,9

A Tabela 14 mostra os atributos levantados pelos provadores e o total de atributos de cada provador. O número de atributos levantados pelos provadores variaram de 7 a 13, havendo grande coincidência entre eles.

Tabela 14 : Atributos levantados pelos provadores para a análise de queijos.

P	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Total
1	cor, hom. da massa, brilho	lácteo, manteiga	ácido, gordura, fermento	firmeza, umidade	10
2	cor, hom. da massa, brilho, fibrosa	manteiga, ácido	característico, ácido, amargo	fibrosidade, maciez, elasticidade	12
3	cor, gordurosa	característico, manteiga	ácido, fermento	maciez, elasticidade, hom. da massa	9
4	cor, hom. da massa, característica, fibrosa	ácido	característico, gordura, fermento	firmeza, fibrosidade, umidade	11
5	cor	característico, lácteo	característico, lácteo	firmeza, fibrosidade, hom. da massa	8
6	cor, hom. da massa, característico	característico, lácteo, manteiga, ácido	característico, ácido, amargo, salgado	firmeza, fibrosidade	13
7	cor, hom. da massa, brilho	característico, manteiga	característico, ácido	firmeza, umidade	9
8	cor, característico	característico, ácido, lácteo, manteiga,	característico, ácido, amargo	firmeza, fibrosidade, umidade	12
9	cor, hom. da massa	característico, lácteo, manteiga, ácido	característico, ácido	maciez, elasticidade	10
10	cor, hom. da massa	lácteo	característico, ácido	maciez, umidade	7

4.4.2. Provadores

Para avaliar a eficiência (repetibilidade e poder de discriminação) da equipe de provadores considerou-se as configurações e variâncias residuais dos provadores, e configurações das amostras para cada provador.

Os resultados apresentados na Figura 9 com relação as configurações dos provadores para os 3 processamentos, mostraram que principalmente o provador 9 afastou-se dos demais.

Estes resultados podem ser comparados com os valores das variâncias residuais (erro) apresentados pelos provadores (Figura 10). Os valores mais altos indicam maiores diferenças entre a configuração das amostras obtida pelo provador e a configuração consenso. A avaliação dos resíduos mostrou que os maiores valores de porcentagem de variância residual foram para o provador 9 e principalmente no 3º processamento. Portanto, o provador 9 destaca-se também por apresentar mais altos valores de variância residual.

Em vista destes resultados, passou-se a analisar a configuração individual do provador 9 (Figura 11). Comparando-se os resultados desse provador com os da configuração consenso (Figura 12) verifica-se que o provador 9 apresenta resultados similares à média da equipe, porém com as distâncias bem maiores entre as repetições, principalmente no 3º processamento. Ao analisar os resultados do Perfil Livre, normalmente é esperada uma maior variação entre as repetições nas configurações individuais que na configuração consenso (COSTELL et al. 1995). Porém ao comparar os resultados do provador 9 com os demais provadores (a Figura 13 apresenta a configuração do provador 7 como exemplo), conclui-se que a repetibilidade do provador 9 estava muito baixa e, portanto, decidiu-se eliminar os dados deste provador para a análise das amostras.

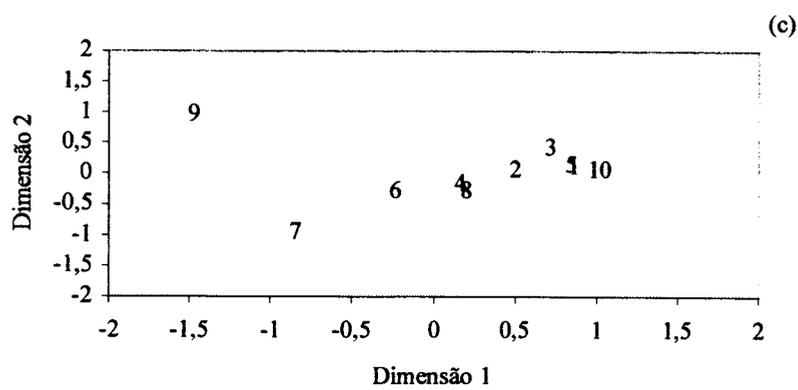
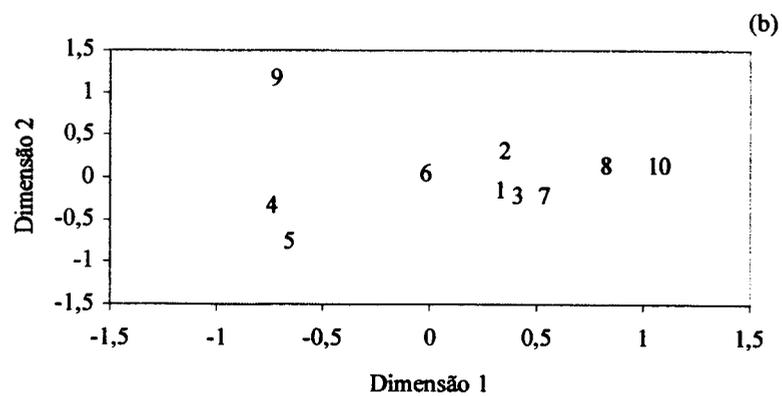
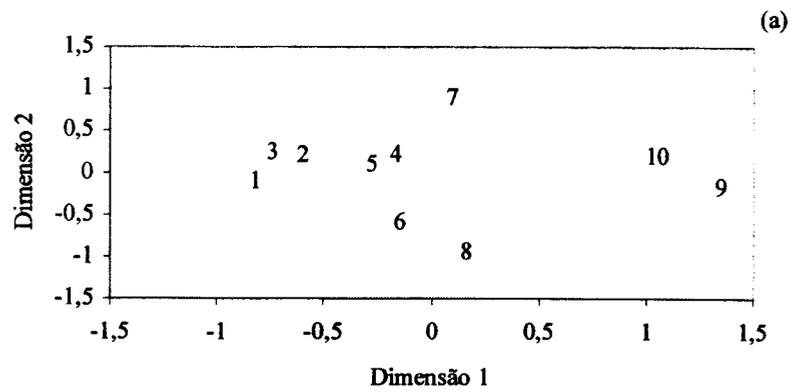


Figura 9: Configuração dos provedores para o 1º (a), 2º (b) e 3º (c) processamento.

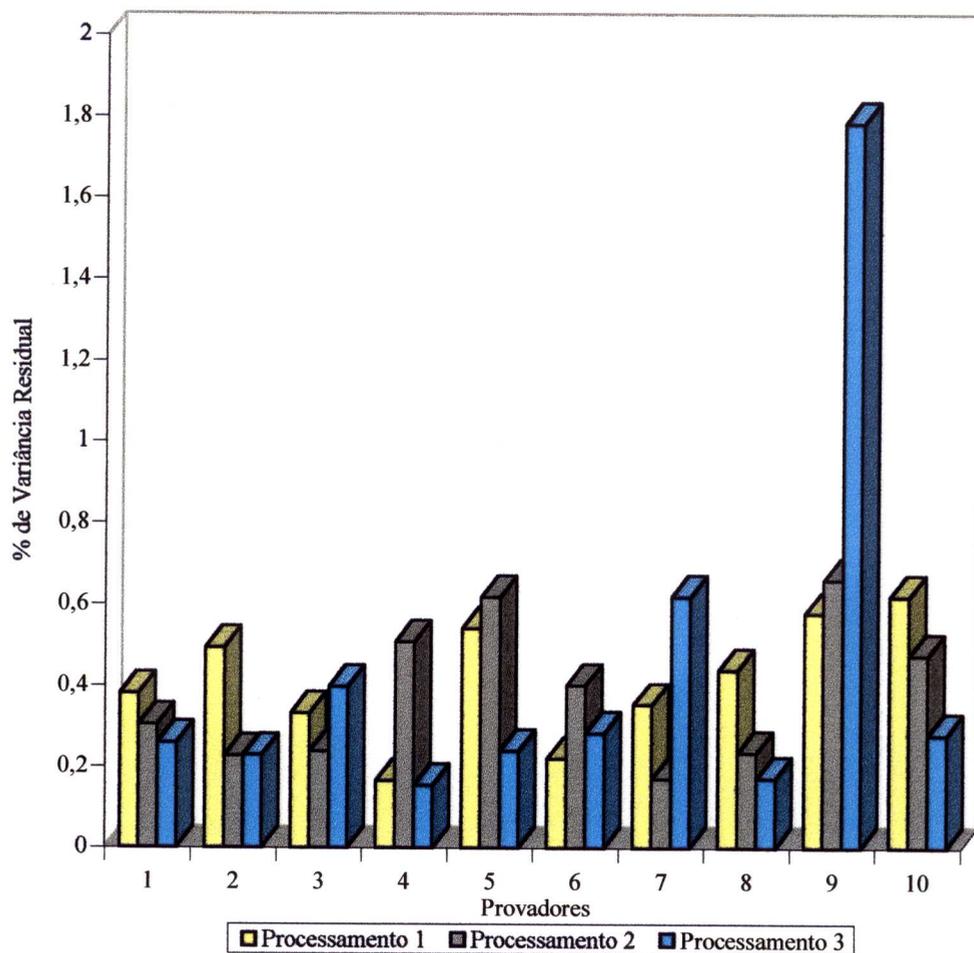


Figura 10: Porcentagem da variância residual dos provedores nos 3 processamentos dos queijos.

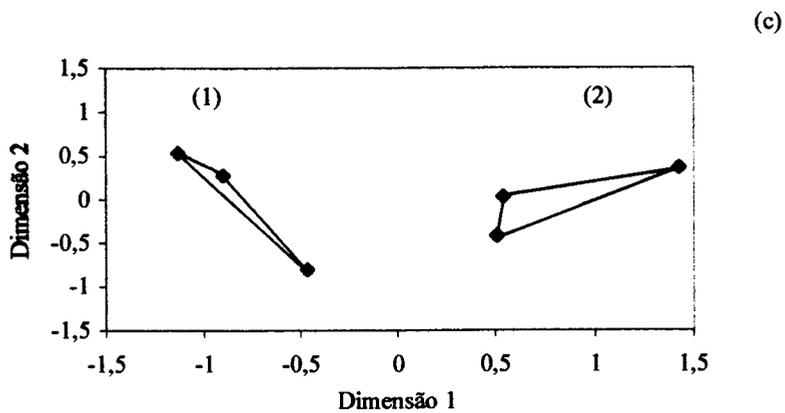
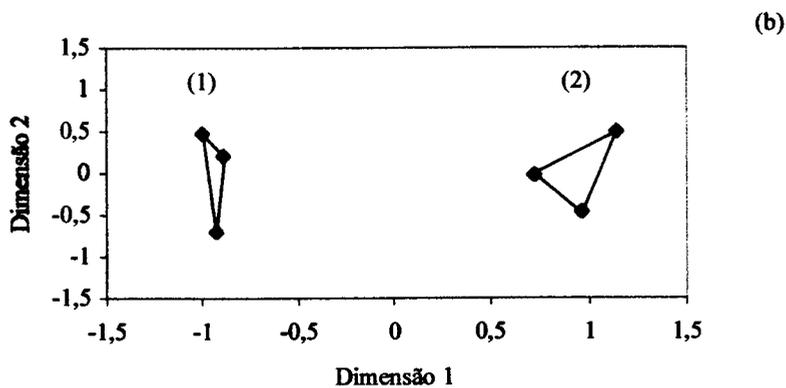
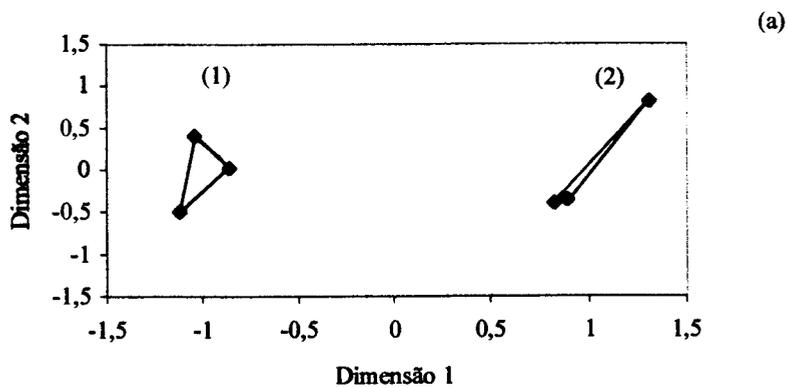


Figura 11: Configuração das amostras para o provador 9 para: (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º processamento, onde (1) Mozzarella obtida pela acidificação acidificada direta e (2) Mozzarella obtida pelo método tradicional.

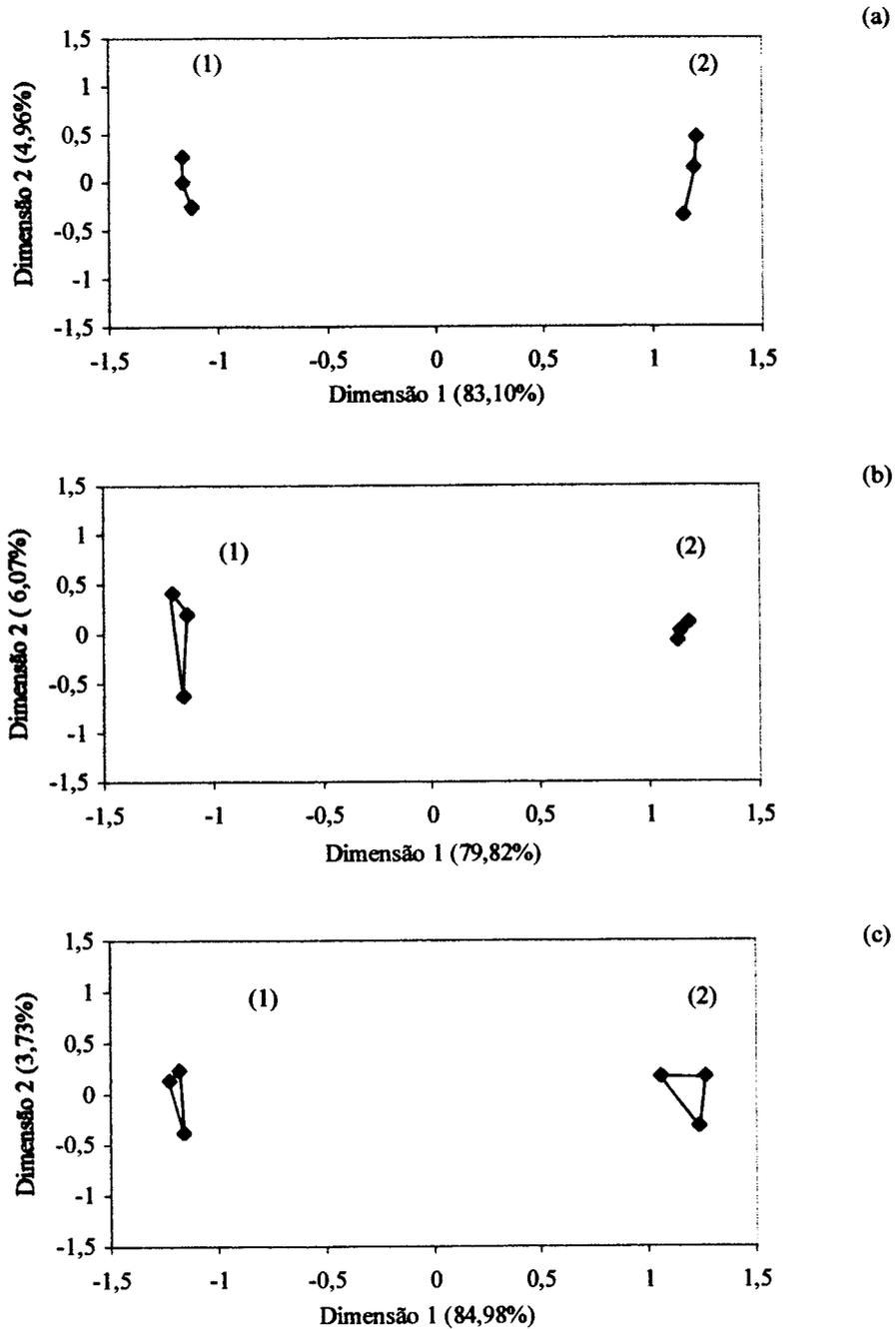


Figura 12: Configuração das amostras para equipe de 10 provedores no (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º processamento, onde (1) Mozzarella obtida pela acidificação acidificada direta e (2) Mozzarella obtida pelo método tradicional.

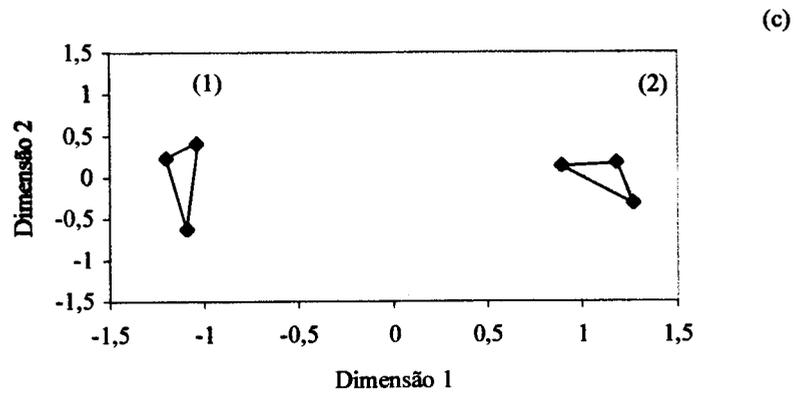
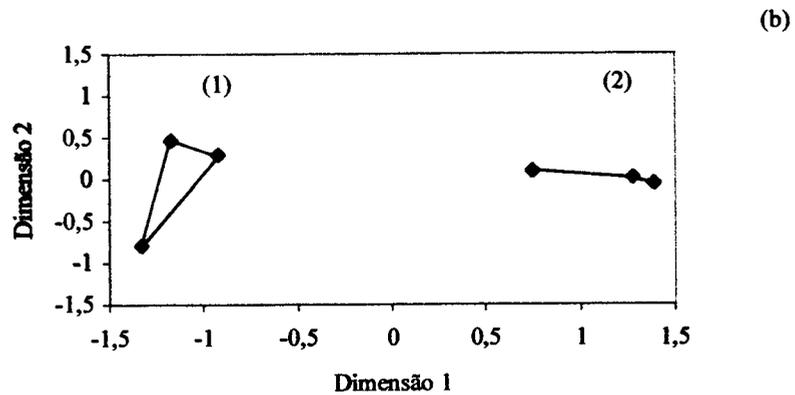
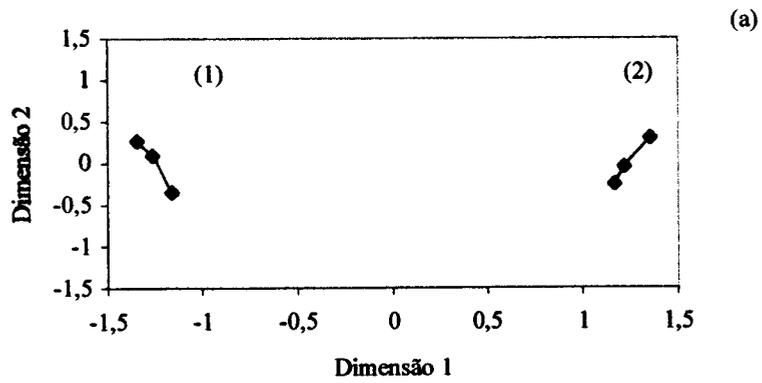


Figura 13: Configuração das amostras para o provador 7 para: (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º processamento, onde (1) Mozzarella obtida pela acidificação acidificada direta e (2) Mozzarella obtida pelo método tradicional.

4.4.4. Análise das amostras

Como pode ser observado na Figura 14, com a exclusão do provador 9, houve uma melhora na repetibilidade dos resultados.

Na análise estatística, excluindo o provador 9, verificou-se que a porcentagem de explicação obtida com as duas primeiras dimensões foi para 89,20%, 87,80% e 91,47%, respectivamente para 1º, 2º e 3º processamento (Figura 14). Portanto, houve também uma melhora na porcentagem de explicação em relação a análise dos dados com 10 provadores, onde o total da variância explicada foi 88,06%, 85,92% e 87,79% para o 1º, 2º e 3º processamento, respectivamente (Figura 12).

A porcentagem de explicação obtida para as duas primeiras dimensões neste estudo pode ser considerada bastante alta, comparando-se com as obtidas em outros trabalhos: McEWAN et al. (1989b) queijo, 50,00 %; McEWAN et al. (1989a) chocolate, 49,40%; MARSHALL & KIRBY (1988) queijo, 80,00 %; WILLIAMS & ARNOLD (1985) café, 71,50 %; COSTELL et al. (1995) géis de laranja, 58,90 %. É muito importante ressaltar que apenas a primeira dimensão explicou 84,85, 81,60 e 88,29% para o 1º, 2º e 3º processamento, respectivamente. Portanto, considerando esse fato e também que as amostras não apresentaram diferenças com relação a 2ª dimensão na discussão dos resultados foi considerada apenas a 1ª dimensão.

De acordo com a Figura 14 observa-se que as amostras ficaram bem distantes, o que significa que as mesmas apresentaram diferenças marcantes em suas características sensoriais. Também, observa-se que houve uma boa repetibilidade entre os 3 processamentos. Para a discussão das principais características nas quais as amostras diferem, utilizou-se os valores de coeficiente de correlação (r) entre os atributos e a 1ª dimensão da configuração das amostras.

Foram tomados os valores de r maiores que 0,5 ($|r| \geq 0,5$), considerando-se os 3 processamentos em conjunto. Observa-se que, de um modo geral, houve uma grande concordância entre os provadores e repetibilidade entre os processamentos, com relação à importância das características sensoriais dos queijos (Tabela 15).

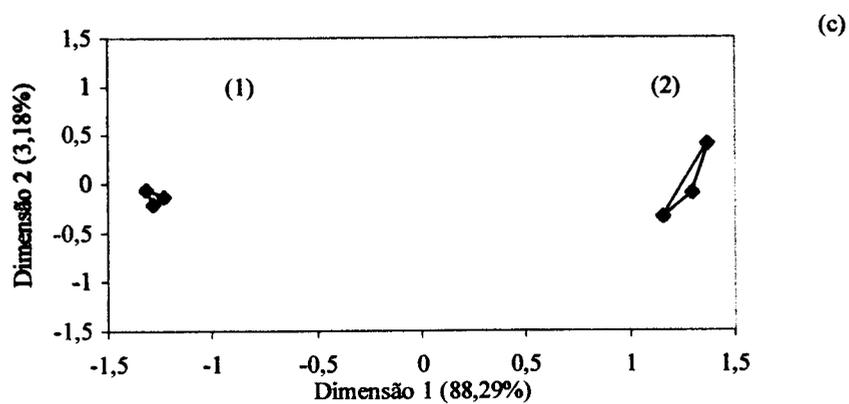
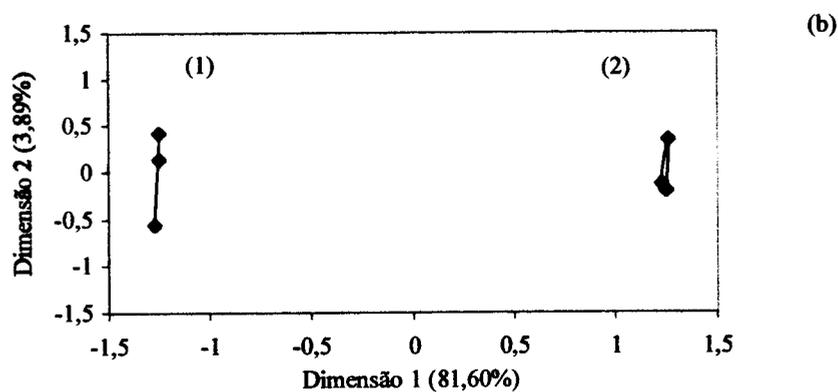
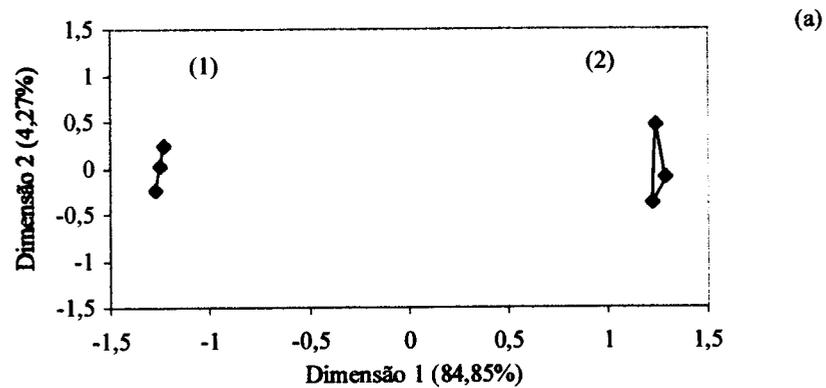


Figura 14: Configuração das amostras para equipe de 9 provedores no (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º processamento, onde (1) Mozzarella obtida pela acidificação direta e (2) Mozzarella obtida pelo método tradicional.

Tabela 15: Número de vezes que cada atributo foi citado pelos provadores no método Rede e número de vezes que cada atributo apresentou alta correlação ($|r| \geq 0,5$) com a 1ª dimensão nos 3 processamentos.

ATRIBUTOS	CITAÇÕES	ALTAS CORRELAÇÕES NOS 3 PROCESSAMENTOS
APARÊNCIA		
Cor esverdeada	9	9
Homogeneidade da massa	6	2
Brilho	5	5
Característica	2	2
Gordurosa	1	1
Fibrosa	1	1
AROMA		
Característico	6	2
Manteiga	6	4
Lácteo	5	4
Ácido	4	1
SABOR		
Característico	7	4
Ácido	7	4
Amargo	3	3
Gordura	2	2
Fermento	2	0
Manteiga	1	1
Lácteo	1	0
Salgado	1	0
TEXTURA		
Firmeza	6	6
Fibrosidade	5	5
Umidade	5	5
Maciez	3	3
Homogeneidade da massa	2	0
Elasticidade	1	1

Quanto à aparência, a cor foi o atributo mais citado (Tabela 16), apresentando altos valores de correlação para todos os provadores nos 3 processamentos. O queijo Mozarela elaborado pela acidificação direta apresentou coloração esverdeada enquanto que o elaborado pelo método tradicional apresentou-se branco.

VAN DENDER (1989), citando vários autores, relata a presença do pigmento biliverdina associado à α -caseína do leite, que precipita juntamente com as proteínas, pela ação de ácido e calor, produzindo um precipitado esverdeado. Tal pigmento é reduzido de forma reversível à bilirrubina, de cor amarela, durante a estocagem. Embora esta alteração durante a estocagem não tenha sido estudada nesse trabalho, fica a sugestão para trabalhos futuros.

O brilho foi citado por 5 provadores e correlacionado todas as vezes e a homogeneidade da massa foi citado 6 vezes e correlacionada apenas 2 vezes. Os resultados obtidos sugerem que o queijo Mozarela fabricado pelo método tradicional apresentou coloração branca, maior homogeneidade da massa e maior brilho.

Tabela 16: Atributos de aparência com maior correlação ($|r| \geq 0,5$) para os provadores na avaliação dos queijos na 1ª dimensão.

PROVADOR	1º Processamento	2º Processamento	3º Processamento
1	Cor (1,00) Brilho (-0,45)	Cor (1,00) Brilho (-0,83)	Cor (1,00) Brilho (-0,49)
2	Cor (0,92) Fibrosa (0,99) Brilho (0,88)	Cor (0,99) Fibrosa (0,68) Brilho (0,97)	Cor (0,98) Fibrosa (0,92) Brilho (1,00)
3	Gordura (0,92) Cor (0,96)	Gordura (0,98) Cor (1,00)	Gordura (0,99) Cor (0,96)
4	Hom. massa (0,99) Cor (0,98) Característica (1,00)	Hom. massa (0,56) Cor (1,00) Característica (0,96)	Hom. massa (0,96) Cor (0,98) Característica (1,00)
5	Cor (0,97)	Cor (0,99)	Cor (1,00)
6	Brilho (0,75) Cor (0,99) Hom. massa (0,86)	Brilho (0,68) Cor (0,99) Hom. massa (0,86)	Brilho (0,65) Cor (0,99) Hom. massa (0,87)
7	Brilho (0,75) Cor (0,99)	Brilho (0,80) Cor (0,95)	Brilho (-0,95) Cor (1,00)
8	Brilho (0,78) Cor (0,99) Característica (1,00)	Brilho (0,62) Cor (1,00) Característica (0,99)	Brilho (0,95) Cor (0,99) Característica (1,00)
10	Cor (0,92)	Cor (0,98)	Cor (1,00)

De acordo com a Tabela 17, observa-se que o queijo Mozzarella obtido pelo método tradicional apresentou aroma característico mais acentuado que provavelmente está relacionado com o uso do fermento, que propicia aroma característico ao queijo. O aroma manteiga foi altamente correlacionado, indicando que o queijo produzido pelo método tradicional apresentou acentuado aroma de manteiga em relação ao método de acidificação direta.

Tabela 17: Atributos de aroma com maior correlação ($|r| \geq 0,5$) para os provadores na avaliação dos queijos na 1ª dimensão.

PROVADOR	1º Processamento	2º Processamento	3º Processamento
1	Lácteo (-0,96) Manteiga (0,97)	Lácteo (-0,90) Manteiga (0,99)	Lácteo (-0,96) Manteiga (0,98)
2	Manteiga (0,99)	Manteiga (0,99)	Manteiga (1,00)
3	Manteiga (0,98) Característico (0,93)	Manteiga (1,00) Característico (0,93)	Manteiga (0,98) Característico (0,99)
4	-	-	-
5	-	-	-
6	Lácteo (0,90) Manteiga (0,94)	Lácteo (0,99) Manteiga (0,73)	Lácteo (0,84) Manteiga (0,77)
7	Característico (0,87)	Característico (0,36)	Característico (0,80)
8	Ácido (0,84) Característico (0,88) Lácteo (-0,98)	Ácido (0,93) Característico (0,89) Lácteo (-0,89)	Ácido (0,76) Característico (0,89) Lácteo (-0,95)
10	Lácteo (0,97)	Lácteo (0,93)	Lácteo (0,99)

Para o aroma ácido, dos 4 provadores que citaram este atributo, apenas para 1 apresentou alta correlação, sugerindo que para esse provador o queijo produzido pelo método tradicional apresentou aroma mais ácido. O aroma lácteo foi um dos mais correlacionados, porém as correlações eram tanto positivas como negativas, sendo que parte dos provadores acharam que o queijo Mozzarella elaborado pelo método tradicional apresentou aroma lácteo mais forte e a outra parte dos provadores discordaram, portanto este atributo não foi relevante para a análise dos resultados.

A Tabela 18 mostra os resultados obtidos das correlações dos atributos de sabor. Para o sabor e aroma característicos, os resultados das correlações indicaram que o queijo elaborado pelo método tradicional apresentou maiores intensidades, que provavelmente também está relacionado com a adição do fermento que promove o seu desenvolvimento. O sabor ácido apresentou três correlações, sendo que para três provadores o queijo produzido pelo método tradicional apresentou sabor mais ácido que o queijo elaborado pela acidificação direta.

Tabela 18: Atributos de sabor com maior correlação ($|r| \geq 0,5$) para os provadores na avaliação dos queijos na 1ª dimensão.

Provedor	1º Processamento	2º Processamento	3º Processamento
1	Gordura (-0,99)	Gordura (-1,00)	Gordura (-0,96)
2	Amargo (0,95) Ácido (0,57) Característico (0,57)	Amargo (0,89) Ácido (0,70) Característico (0,73)	Amargo (0,95) Ácido (0,76) Característico (0,97)
3	Manteiga (0,93)	Manteiga (0,84)	Manteiga (0,80)
4	Característico (-0,98) Gordura (0,99)	Característico (0,84) Gordura (0,71)	Característico (0,75) Gordura (0,90)
5	-	-	-
6	Amargo (1,00)	Amargo (0,98)	Amargo (0,98)
7	Ácido (0,71)	Ácido (0,81)	Ácido (0,79)
8	Amargo (0,72) Ácido (0,70) Característico (0,68)	Amargo (0,60) Ácido (0,94) Característico (0,88)	Amargo (0,79) Ácido (0,46) Característico (0,68)
10	Característico (0,66) Ácido (0,65)	Característico (0,93) Ácido (0,89)	Característico (0,99) Ácido (0,99)

Um outro atributo correlacionado foi o gosto amargo para 3 provadores e sugere também que o queijo elaborado pelo método tradicional também apresentou-se mais amargo em relação ao queijo elaborado pela acidificação direta. O atributo manteiga foi citado e correlacionado apenas uma vez, não apresentando importância significativa para os resultados.

De acordo com a Tabela 19, verifica-se que os atributos de textura citados foram altamente correlacionados. Para o atributo firmeza, os provadores mostraram que o queijo elaborado pelo método tradicional apresentou-se mais firme e conseqüentemente menos maciez. O queijo produzido pelo método da acidificação direta apresentou-se mais macio e maior umidade.

Para fibrosidade dos queijos, os resultados indicaram que a maioria dos provadores percebeu maior fibrosidade para o queijo tradicional. Esta particularidade se verificava no momento da filagem, sendo que a filagem do queijo acidificado era um pouco complicada havendo dificuldades para esticar a massa, com a presença de grânulos pequenos que se formaram durante a adição do ácido cítrico.

Tabela 19 : Atributos de textura com maior correlação ($|r| \geq 0,5$) para os provadores na avaliação dos queijos na 1ª dimensão.

Provedor	1º Processamento	2º Processamento	3º Processamento
1	Firmeza (1,00) Umidade (-0,98)	Firmeza (0,68) Umidade (-0,99)	Firmeza (1,00) Umidade (-0,90)
2	Fibrosidade (0,96) Maciez (-0,78) Elasticidade (0,97)	Fibrosidade (0,94) Maciez (-0,58) Elasticidade (0,97)	Fibrosidade (0,96) Maciez (-0,46) Elasticidade (0,97)
3	Maciez (-0,87) Elasticidade (0,99)	Maciez (-0,89) Elasticidade (0,99)	Maciez (-0,87) Elasticidade (0,89)
4	Firmeza (0,96) Fibrosidade (0,96) Umidade (-0,84)	Firmeza (0,46) Fibrosidade (0,81) Umidade (-0,99)	Firmeza (0,88) Fibrosidade (0,89) Umidade (-0,94)
5	Firmeza (0,93) Fibrosidade (0,88)	Firmeza (0,95) Fibrosidade (0,49)	Firmeza (0,89) Fibrosidade (0,90)
6	Firmeza (0,94) Fibrosidade (0,48)	Firmeza (0,87) Fibrosidade (0,87)	Firmeza (0,97) Fibrosidade (0,74)
7	Firmeza (0,97) Umidade (-0,86)	Firmeza (0,97) Umidade (-0,98)	Firmeza (0,84) Umidade (-0,91)
8	Firmeza (0,90) Fibrosidade (0,75) Umidade (-0,88)	Firmeza (0,95) Fibrosidade (-0,96) Umidade (-0,99)	Firmeza (0,63) Fibrosidade (-0,53) Umidade (-0,98)
10	Umidade (-0,98) Maciez (-0,61)	Umidade (-0,99) Maciez (-0,97)	Umidade (-0,97) Maciez (-0,99)

4.5. Teste de aceitação

As médias das notas obtidas por cada amostra podem ser observadas na Tabela 19. Pela análise de variância, foi constatado que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras testadas.

Tabela 20: Resultados obtidos no teste de aceitação dos queijos.

Queijo Mozzarella	Valores*
Tradicional	6,26a
Acidificação Direta	6,68a

*Médias de 50 provadores

Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5%.

De acordo com a Figura 15, observa-se que a maior frequência de resposta para o queijo elaborado pelo método tradicional foi em torno de 7, enquanto que o queijo elaborado pela acidificação direta foi em torno de 8. Portanto, apesar das médias não apresentarem diferença significativa, pode-se afirmar que houve uma tendência à preferência para o queijo elaborado por acidificação direta.

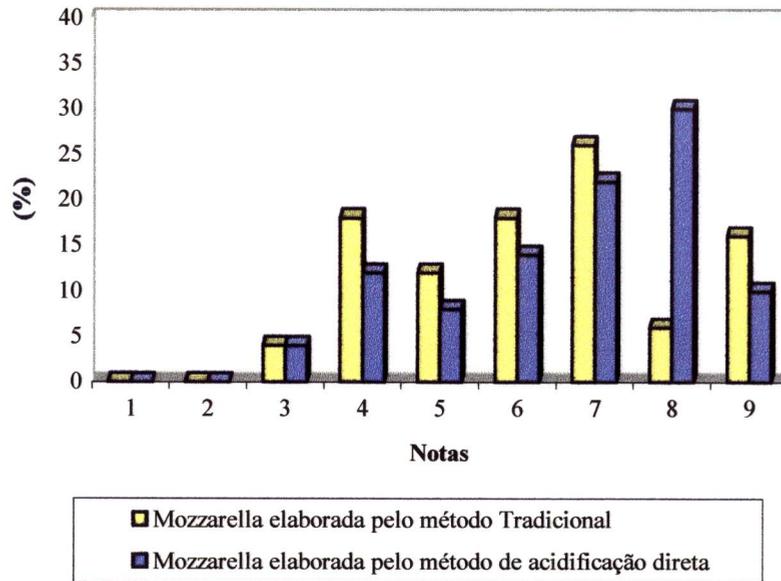


Figura 15: Frequência de respostas no teste de aceitação.

A avaliação da frequência de consumo do queijo Mozzarella de leite de búfala (Figura 16) com 50 provadores, indicou que 60% consomem ocasionalmente, 32% quase nunca consomem e 8% nunca provaram.

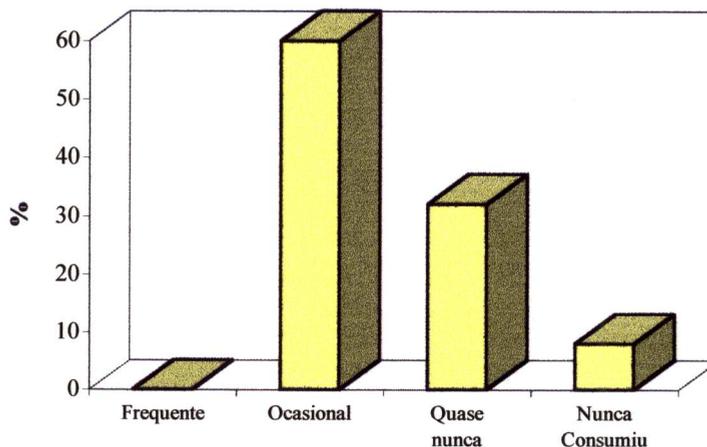


Figura 16: Frequência de consumo do queijo Mozzarella de leite de búfala.

A forma (moldagem) do queijo Mozarela de leite de búfala, que os provadores mais consumiram foi na forma de bolas, seguido por nózinho e por último na forma de pizza, como mostra a Figura 17. Isso veio confirmar o que já era esperado e este fato serviu de base para a decisão da escolha da forma do produto a ser processado nesse estudo.

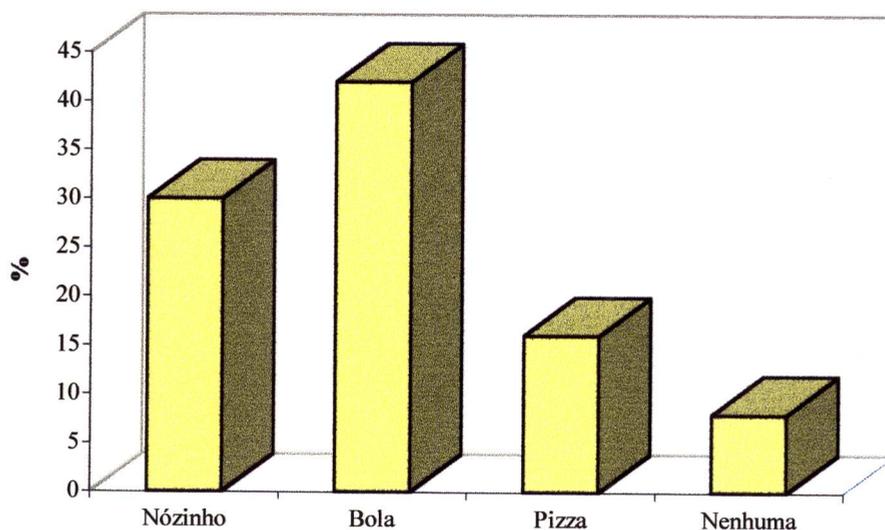


Figura 17: Forma do queijo Mozarela de leite de búfala mais consumido.

De acordo com a Figura 18, observa-se que dos 50 provadores, 25% consumiram o queijo Mozarela de leite de búfala em restaurantes, 17% em casa através da compra em casas especializadas. Estes resultados mostram que além da falta de hábito do consumo do produto, também não existe o hábito de comprar o produto pois somente 17% dos provadores consumiram em casa.

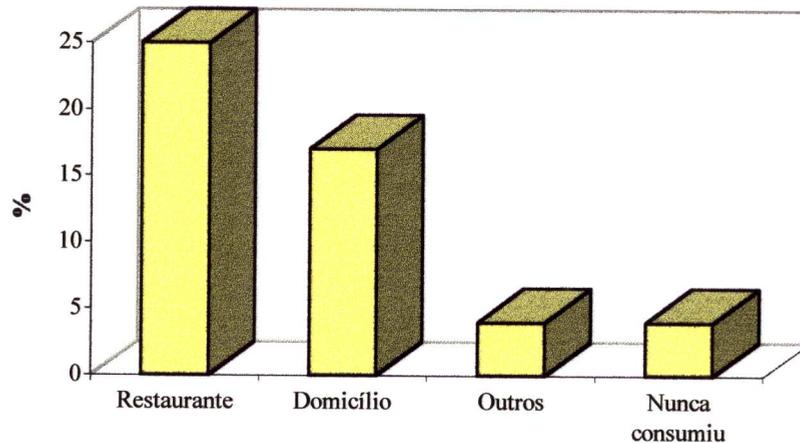


Figura 18: Local onde os provadores consomem o queijo Mozzarella de leite de búfala.

4.6. Análise instrumental de textura

De acordo com os valores a força máxima de compressão para o queijo obtido pela acidificação direta (20.000g) e pelo tradicional (11.000g), observa-se que o queijo Mozzarella elaborado pelo método de acidificação direta apresentou-se mais macio, com uma redução de 48% no valor da força máxima. Também apresentou-se mais elástico que o tradicional, como pode ser observado na Figura 19 demonstrando que o produto deformou mais ao ser comprimido.

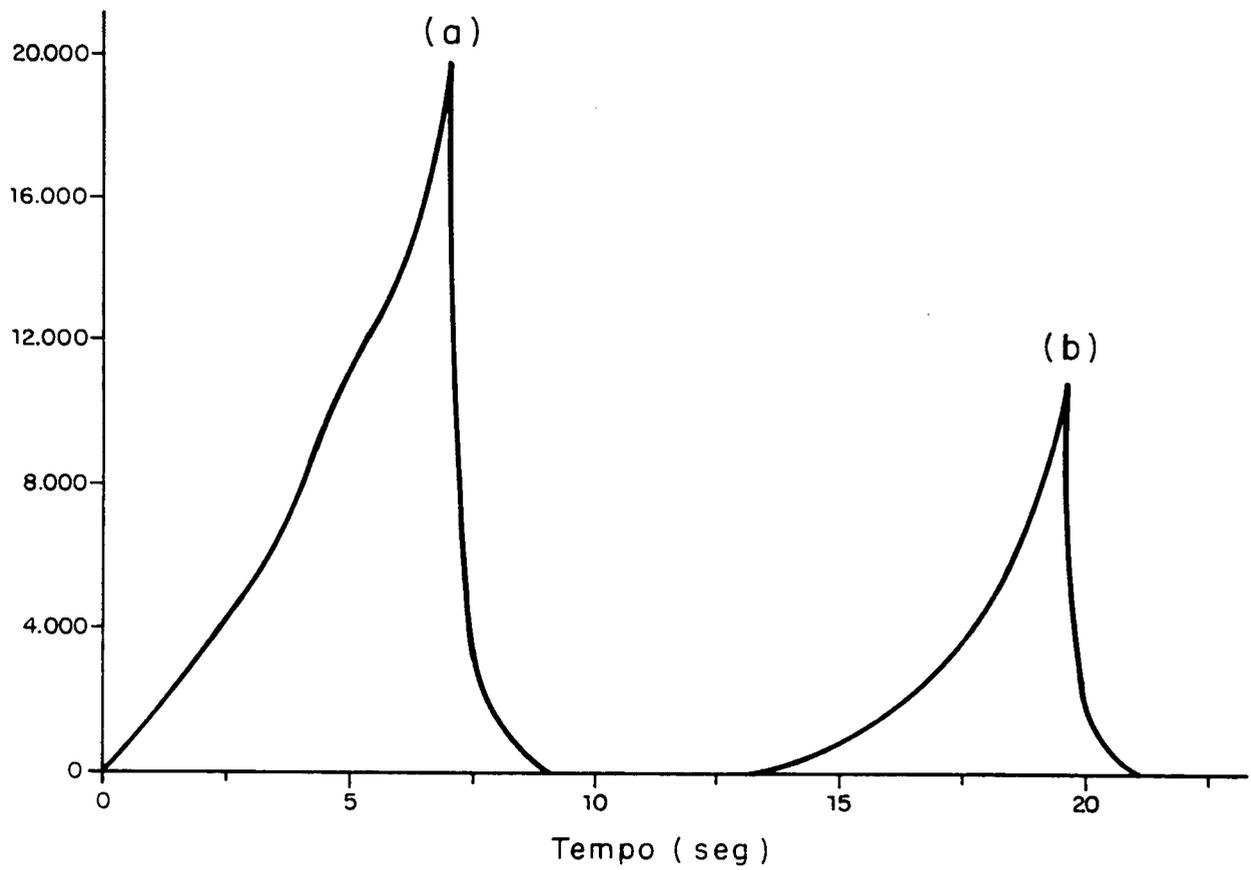


Figura 19: Resultados da análise instrumental dos queijos elaborado pelo método tradicional (a) e pela acidificação direta (b).

4.7. Análise instrumental da cor

De acordo com a Tabela 21, observa-se que o queijo Mozzarella obtida pela acidificação direta em relação ao método tradicional, apresentou menor valor de luminosidade (L Hunter,) ou seja, foi mais escura, apresentou também maiores valores de verde (- a Hunter) e valores similares de amarelo (b Hunter). A Figura 20 mostra as curvas espectrais com valores de % de reflectância maiores na amostra tradicional com um ponto bastante próximo ao do queijo obtido pela acidificação direta a 500nm.

Tabela 21: Resultados obtidos para as medições de cor do queijo Mozzarella..

Medidas	Métodos	
	Tradicional	Acidificação Direta
L Hunter**	89,61	82,85
A Hunter***	-2,14	-4,84
B Hunter****	18,94	19,57

luminosidade, *verde, ****amarelo

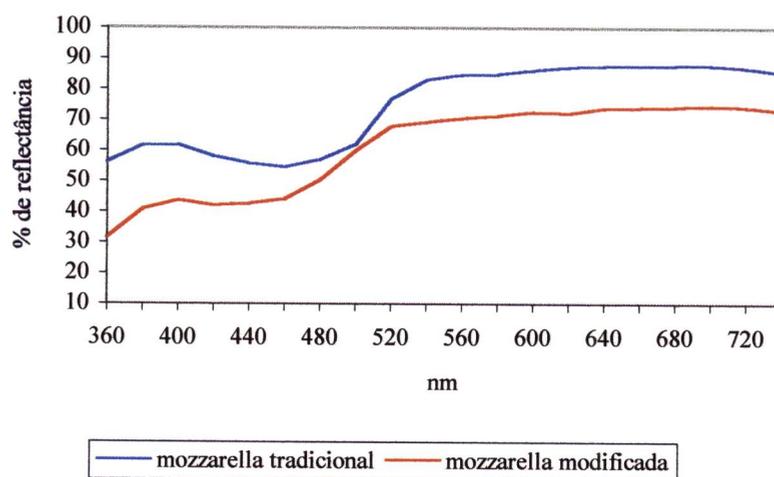


Figura 20: Curvas de valores de % de reflectância.

5. CONCLUSÕES

- O leite para elaboração dos queijos não apresentou diferenças ($p < 0,05$) entre os processamentos.
- Houve diferenças entre os dois tipos de processamentos, maior umidade para o queijo Mozzarella elaborada pela acidificação direta e conseqüentemente maior teor de sólidos totais para o queijo elaborado pelo método tradicional. O queijo tradicional também apresentou maior nível de proteína. Porém não apresentou diferenças para os níveis de gordura, cinzas e cálcio.
- As etapas de coagulação e fermentação foram as que diferiram do método de acidificação direta para o tradicional. Com a diminuição do tempo de coagulação de 50 minutos para 5 minutos e ausência da etapa de fermentação no método de acidificação direta, que durou $\cong 4$ horas no método tradicional, observou-se uma redução de aproximadamente 60% do tempo de produção.
- Os rendimentos obtidos para o queijo Mozzarella elaborado pelo método da acidificação direta foram maiores que os obtidos no tradicional, em torno de 18,00 e 17,30%, respectivamente.
- Os resultados mostraram que houve uma alta repetibilidade e concordância entre os provadores, assim como uma alta repetibilidade entre os processamentos.

- Os resultados da análise descritiva mostraram que as amostras foram diferenciadas principalmente pelos atributos de aparência e de textura . O queijo Mozarela elaborado pelo método tradicional apresentou cor mais branca, maior firmeza e fibrosidade e o queijo elaborado pela acidificação direta, apresentou-se mais macio, com maior umidade e coloração esverdeada.
- Relacionando esses resultados com os do teste de consumidor, conclui-se que apesar das amostras apresentarem diferenças marcantes, estas não influenciaram na aceitabilidade dos queijos. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) na aceitação das amostras, com médias 6,68 e 6,26 para acidificação direta e método tradicional, respectivamente.
- As avaliações instrumentais de textura indicaram que o queijo elaborado pelo método de acidificação direta apresentou-se mais macio, com uma redução de 48% no valor da força máxima de compressão.
- De acordo com os resultados da análise instrumental de cor, o queijo Mozarela elaborado pela acidificação direta, apresentou menores valores de luminosidade e maiores valores de verde.
- Pode-se concluir que o método do Perfil Livre foi eficiente para o estudo com 2 amostras. Seus resultados apresentaram alta repetibilidade e foram concordantes com os obtidos através das análises instrumentais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADDEO, F.; COPPOLA, S. Aspecti tecnologici e microbiologici del la trasformazione del latte di bufala in Mozzarella e ricota. **Il Latte**, Milano, v.8, p.706-723, 1983.
2. ADDEO, F. ; STINGO, C.; FIORE, R.; TARALLO, V. Un metodo analitico per garantire la genuità della "Mozzarella di bufala". In: CONVEGNO INTERNAZIONALE SULL' ALLEVAMENTO BUFALINO NEL MONDO, 1. Caserta, 1974. p.547-555.
3. ALBONICO, F.; MINCIONE, B. Recenti progressi nella conoscenza delle proteine del latte di bufala. In: CONVEGNO INTERNAZIONALE SULL' ALLEVAMENTO BUFALINO NEL MONDO, 1, Caserta, 1974. p.189-201.
4. ALTIERO, V.; ADDEO, F.; MASI, P. Influenza dell'acidificazione della cagliata al momento della filatura sulla qualita e sulla struttura della Mozzarella di bufala. **Il Latte**, Milano, v.10, p.764-774, 1984.
5. ANTUNES, L.A.F.; YABU, M.C.; SCHOLZ, M.B.S.; RAPACCI, M. Variações físico- químicas e sensoriais do leite bovino e bubalino. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.43, n.259, p.20-22, 1988.
6. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL.1994, Rio de Janeiro: IBGE, 1994. p.3-62.

7. ARNOLD, G.M.; WILLIAMS, A.A. The use of generalised Procrustes techniques in sensory analysis. In: PIGGOTT, J.R. **Statistical procedures in food research**. London: Elsevier Applied Science, 1986. p.223-254.
8. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington, 1990. 2v.
9. ATHAR, I.H.; MASUD, T.; ALI, A. Manufacturing of indigenous cheese using starter culture direct acidification process. **Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research**, Karachi, v.32, n.5, p.355-357, 1989.
10. ATHAR, I.H.; ANWAR, M. Comparison of Mozzarella cheese: prepared from buffalo milk by starter culture and direct acidification techniques. **Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research**, Karachi, v.35, n.3, p.108-111, 1992.
11. BALLARIN, O. **Notas sobre bioquímica do leite**. Rio de Janeiro: Meier & Blumer, 1947. 1v.
12. BONASSI, I.A.; CARVALHO, J.B.C.; VILLARES, J.B. Utilização do leite de búfala como matéria-prima para a elaboração do queijo Mozzarella. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Guatemala, v.32, n.4, p.903-912, 1982.

13. BRULE, G.; LENOIR, J. Les mécanimes de la coagulum. In: ECK, A. **Cheese making: (science and technology)**. New York: Lavoisier Publ., 1987. cap. 1, p.13-14.
14. CASTALDO, M.C. La búfala il tipico prodotto "la Mozzarella". **Revista di Zootecnia**, Caserta, v.32, n.7/8, p.203-209, 1960.
15. CHAPMAN, H.R.; SHARPE, M.E. Microbiology of cheese. In: **Dairy microbiology**. London: Applied Sciences Publishers, 1981. p.157-243.
16. CHAWLA, D.S.; SINGH, R.; TRIPATHI, V.N. Day-to-day variation in milk yield and its constituents Murrah buffaloes. **The Indian Veterinary Journal**, Madras, v.62, n.7. p.581-584, 1985.
17. CHU, K.Y.; BARBANO, D.M.; KINDSTEDT, P.S. Development of rennet-free and starter-free making methods for Mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75(supl.1), p.91, 1992.
18. CITRO, V. Dal latte di bufala un tipico prodotto locale "la Mozzarella". **Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia**, Parma, v.32, n.4. p.263-270, 1981.
19. COCKRILL, W.R. El búfalo comun animal doméstico fundamental. **Revista Mundial de Zootecnia**, Roma, v.3, p.2-13, 1980.

20. COPPOLA, S.; VILLANI, F.; COPPOLA, R.; PARENTE, E. Comparison of different start systems for water-buffalo Mozzarella cheese manufacture. **Le Lait**, Paris, v.70, n.5/6, p.411-423, 1990.
21. COSTELL, E.; TRUJILLO, C.; DAMÁSIO, M.H.; DURAN, L. Texture of sweet orange gels by free-choice profiling. **Journal of Sensory Studies**, Dordrecht, v.10, p.163-179, 1995.
22. DAMÁSIO, M.H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valência, v.31, n.2, p.165-178, 1991.
23. DEMOTT, B.J. Recovery of milk constituents in a Mozzarella-Like product manufactured from nonfat dry milk and cream by direct acidification at 40C and 35 °C. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.66, n.12, p.2501-2506, 1983.
24. DI MATTEO, M.; CHIOVITTI, G.; ADDEO, F. Variazioni nella composizione della Mozzarella durante la conservazione. **Scienza e Tecnica Lattiero-Casearia**, Parma, v.33, n.3, p.197-203, 1982
25. FAO. O búfalo. Brasília: Ministério da Agricultura; São Paulo: Associação Brasileira dos Criadores de Búfalos, 1991. 320p.

26. FAO. QUARTELLY BULLETIN OF STATISTICS, Roma, v.8, n.1/2, p.35, 1995.
27. FERRARA, B.; INTRIERI, F. Características e emprego do leite de búfala. **Zootecnia**, São Paulo, v.13, n.1, p.25-50, 1975.
28. FERREIRA, V.L.P. Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos. Campinas, ITAL, 1981. 85p. (ITAL. Instruções Técnicas, 19).
29. FONSECA, W. O búfalo: (sinônimo de carne, leite, manteiga e trabalho). 4. ed. São Paulo: Ícone, 1986. 84p.
30. FURTADO, M.M. Composição centesimal do leite de búfala da Zona da Mata Mineira. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.35, n.211, p.43-47, 1980a.
31. FURTADO, M.M. O teor de proteínas no leite de búfala e sua acidez titulável. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.35, n.212, p.27-30, 1980b.
32. FURTADO, M.M.; SOUZA, H.M.; MUNCK, A.V. Fabricação de queijo minas frescal sem o emprego de culturas lácticas. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.35, n.207, p.15-21, 1980.

33. GALVANO, S.; SCERRA, V.; ALEO, C.; D'URSO, L.E.; LANZA, E. Ricerche sul latte di bufala. I. Caratteristiche fisico-chimiche e contenuto in protidi, lipidi e acidi grassi. In: CONVEGNO INTERNAZIONALE SULL'ALLEVAMENTO BUFALINO NEL MONDO, 2. Caserta, 1982. p.454-481.
34. GAMBINI, L.B.; PINHEIRO, E.L.G.; NAUFEL.; SIQUEIRA, A.C.F. Efeitos da frequência de ordenhas na produção e na composição do leite. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.37, n.1, p.221-231, 1980.
35. GANGOPADHYAY, S.K.; THAKAR, P.N. Milk coagulant retention in Mozzarella cheese and curd. **The Australian Journal of Dairy Technology**, Melbourne, v.46, n.2, p.49-52, 1991.
36. GANGULI, U.C. Tecnologia do leite de búfala. **Revista dos Criadores**, São Paulo, v.65, n.5, p.42-50, 1981.
37. GOWER, J.C. Generalized Procrustes analysis. **Psychometrika**, v.40, n.1, p.33-51, 1975.
38. HAGRASS, A.; HAGGAG, H.F.; ABO-EL-NAGA, F.M.; SHEHATA, A.E. Effect of direct acidification on the yield and gross composition of Ras cheese. **Egyptian Journal of Dairy Science**, Cairo, v.12, n.2, p.231-241, 1984.

39. JACK, F.R.; PIGGOTT, J.R. Free choice in consumer research. **Food Quality and Preference**, Elsevier, v.3, p.129-34, 1991/2.
40. JACK, F.R.; PATERSON, A.; PIGGOTT, J.R. Relation between rheology and composition of Cheddar cheeses and texture as perceived by consumers. **International Journal of Food & Technology**, Oxford, v.28, n.3, p.293-304, 1989.
41. JENNES, R.; PATTON, S. **Principles of dairy chemistry**. New York: John Wiley, 1959. p.158-181: Milk salts.
42. JONES, P.N.; McFIE, H.J.H.; BEILKEN, S.L. Use of preference mapping to relate consumer preference to the sensory properties of a processed meat product (tinned cat food). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.47, p.113-123, 1989.
43. KELLER, B.; OLSON, N.F.; RICHARDSON, T. Mineral retention and rheological of Mozzarella cheese made by direct acidification. **Journal of the Dairy Science**, London, v.57, n.2, p.174-180, 1974.
44. LATHA, S.; KANAWJIA, S.K.; SINGH, S.; SABIKHI, L. Research developments in Mozzarella cheese technology - a review. **Indian Journal of Dairy Science**, Bangalore, v.45, n.10, p.497-510, 1992.

45. LAXMINAYANA, H.; DASTUR, N.N. Buffaloes' milk and milk products. I. **Dairy Science Abstracts**, Wallingford, v.30, n.4, p.177-186, 1968.
46. LITTLE, L. Techniques for acidified dairy products. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.50, n.10, p.1589-1591, 1967.
47. MABBITT, L.A.; CHAPMAN, H.R.; BERRIDGE, N.J. Cheese making without starter. **Journal of Research**, Cambridge, v.22, n.3, p.365-373, 1955.
48. MANO FILHO, A.C. **Búfalos no Brasil**. São Paulo: Associação Brasileira dos Criadores de Búfalos, 1991. 4p.
49. MARSHALL, R.J.; KIRBY, S.P.J. Sensory measurement of food texture by free-choice profiling. **Journal of Sensory Studies**, Dordrecht, v.3, p.63-80, 1988.
50. MARTINS, J.F.P.; FIGUEIREDO, I.B.; FERNANDES, A.G. Principais ácidos graxos do leite de búfala (*Bubalus bubalis*) da raça Murrah criadas na região de Sorocaba, SP. In: ENCONTRO SOBRE BUBALINOS, Araçatuba, 1979. **Anais**. Jaboticabal: UNESP/Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 1979. p.145-159.
51. McEWAN, J.A.; COLWILL, J.S.; THOMSON, D.M.H. The application of two free-choice profile methods to investigate the sensory characteristics of chocolate. **Journal of Sensory Studies**, Dordrecht, v.3, p.271-286, 1989a.

52. McEWAN, J.A.; MOORE, J.D.; COLWILL, J.S. The sensory characteristics of Cheddar cheese and their relationship with acceptability. **Journal of the Society of Dairy Technology**, London, v.42, n.4, p.112-117, 1989b.
53. McFIE, H.J.H. Assessment of the sensory properties of food. **Nutrition Review**, v.48, n.2, p.87-93, 1990.
54. McNURLIN, T.F.; ERNSTROM, C.A. Formation of curd by direct addition of acid to skimmilk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 45, n.3, p.647, 1962.
55. MORAES, M.A.C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. Campinas: UNICAMP, 1994. 93p.
56. MOSKOWITZ, H.R. **Product testing and sensory evaluation of foods**. Westport: Food & Nutrition Press, 1983. 605p.
57. MOURA, J.C.; CORSINI, J.P.M. **Bubalinocultura**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. 57p.
58. NADER FILHO, A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; ROSSI JÚNIOR, O.D.; CAVAGLIANO, C.P.G. 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, 1984.

59. NASCIMENTO, C.N.B.; CARVALHO, L.O.D.M. Estudo comparativo de produção de leite de búfalas mediterrâneas em uma e duas ordenhas diárias. **Boletim Técnico IPEAN**, Belém, n.56, p.9-14, 1973.
60. NASCIMENTO, C.N.B.; CARVALHO, L.O.D.M.; LOURENÇO Jr., J.B. Importância do búfalo para a pecuária brasileira. In: RAMOS, A.A.; VILLARES, J.B.; MOURA, J.C. **Os búfalos**. Piracicaba: FEALQ, 1981. p.73-118.
61. NEVES, N.L.B. Contribuição da bubalinocultura para a produção leiteira. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Caracterização e implantação de uma política para o leite**. Piracicaba: FEALQ, 1985. p. 37-46.
62. OLIVEIRA, J.S. **Queijo: (fundamentos tecnológicos)**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio e Ciência e Tecnologia., 1982. 233p.
63. OLSON, N.F. Continuous direct acidification system for producing Mozzarella cheese. **Food Trade Review**, New York, v.41, n.10, p.28-31, 1971.
64. ORESKOVICK, D.C.; KLEIN, B.P.; SUTHERLAND, J.W. Procrustes analysis and its applications to free-choice and other sensory profiling. In: LAWLESS, H.T.; KLEIN, B.P. **Sensory science theory and applications in foods**. New York, Marcel Dekker, 1991. p.353-394.

65. PAROLARI, G.; VIRGILI, R.; PANARI, G.; ZANNONI, M. Development of a vocabulary of terms os sensory evaluation of Parmigiano cheese by free-choice profiling. **Italian Journal of Food Science**, Parma, v.6, n.3, p. 317-324, 1994.
66. PAROLARI, G. Taste quality of Italian raw ham in a free-choice profile study. **Food Quality and Preference**, Elsevier, v.5, n.1/2, p.129-33, 1994.
67. PATEL, G.C.; UYAS, S.H.; UPADHYAY, K.G. Evalution of Mozzarella cheese made from buffalo milk using direct acidification tecnique. **Indian Journal of Dairy Science**, Bangalore, v.39, n.4, p.394-403, 1986.
68. PIGGOTT, J.R.: WATSON, M.P.A.. Comparison of free-choice profiling and the repertory grid method in the flavor profiling of cider. **Journal of Sensory Studies**, Bangalore, Dordrecht, v.7, n.2, p.133-145, 1992
69. PIMENTEL-GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
70. PRASAD, R.; PANDITA, N.N. Cholesterol content of milk and it fractionation during processing. **Indian Journal Dairy Science**, Bangalore, v.43, n.2, p.190-193, 1990.

71. QUARNE, E.L.; LARSON, W.A.; OLSON, N.F. Effect of acidulants and milk-clotting enzymes on yield, sensory quality and proteolysis of pizza cheese made by direct acidification. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.51, n.5, p.848-852, 1968.
72. RATCLIFF, M. Manufacture of Mozzarella cheese. **Dairy Technology**, Palmerston North, v.9, n.2, p.47-52, 1978.
73. REDDY, M.S.; MULLEN, J.; WASHAN, C.J.; BROWN, C.G.; HUNT, C.C. **Cheese manufacture** (Estados Unidos) no 4-959-229, 1990.
74. ROSSI, G. **Manuale di tecnologia casearia**. Bologna: Agricole, 1977. 684p.
75. SAAL, H. Machine stretches and mixes 5,000 pounds of Mozzarella an hour. **American Dairy Review**, New York, v.37, n.4, p.34-34, 1975.
76. SAMPAIO, L.G.A.; FERRAZ, M.A.; FIALHO, M.S.; BRANDÃO, S.C.C. Mussarela. **Indústria de Laticínios**, São Paulo, v.1, n.5, p.46-49, setembro/outubro, 1996.
77. SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas de plantas**. Piracicaba: ESALQ/Departamento de Química, 1974. 56p.
78. SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT; user's guide: version 6, 4. ed. Cary, SA, 1989. v.2, 846p.

79. SHEHATA, A.E.; IYER, M.; OLSON, N.F.; RICHARDSON, T. Effect of type of acid used in direct acidification procedures on moisture, firmness and calcium levels of cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.50, n.6, p.824-826, 1967.
80. SORDI, S. Mozzarella production by acidification. **Dairy Industry International**, London, v.53, n.5, p.33, 1988.
81. STEENKAMP, J.B.E.M.; TRIJP, H.C.M. Free-choice profiling in cognitive food acceptance research. In: THOMSON, D.M.H. **Food Acceptability**. New York. Elsevier Applied Science, 1988. cap.27, p.363-374.
82. STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evolution practices**. London. Academic Press, 1985. 311p.
83. TARIQ, M.; SHAH, M.A.; RIAZ, K.; MASUD, T.; KAUSAR, R. Use of buffalo milk for preparation of Mozzarella cheese. **Indian Journal of Dairy Science**, Bangalore, v.46, n.6, p.266-268, 1993.
84. THAKAR, P.N.; GANGOPADHYAY, S.K.; MIYANI, R.V. Influence of manufacturing on rheology of Mozzarella cheese made from buffalo milk. **The Australian Journal of Dairy Technology**, Melbourne, v.46, n.2, 53-56, 1991.

85. THORNBORROW, C.T.; MITCHELL, J.R. The application of the T.A.XT2: texture analyses for measuring texture of various foodstuffs. s.n.t. 27p.
86. TUNICK, M.H. Calcium in dairy products. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.70, n.11, p.2429-2432, 1987.
87. VALLE, J.L.E. Influência de parâmetros físico-químicos na fermentação e filagem do queijo Mozzarella. São Paulo, 1991 88p. Tese de Doutorado Ciência dos Alimentos - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, Universidade de São Paulo.
88. VAN DENDER, A. G. F. Utilização artesanal de leite de búfala. Campinas: ITAL, 1989. 60p. (ITAL. Manual técnico, 3).
89. VASSAL, L. L'analyse sensorielle du fromage. In: ECK, A. **Cheesemaking: (science and technology)**, New York: Lavosier 1987. cap.25, p.489-499.
90. VERRUMA, M.R.; SALGADO, J.M. Avaliação nutricional do leite de búfala em comparação com o leite de vaca. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.3, p.444-450, 1993.
91. VERRUMA, M.R.; SALGADO, J.M. OLIVEIRA, A.J. Avaliação química e nutricional do queijo Mozzarella e iogurte de leite de búfala. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.3, p.438-443, 1993.

92. VERRUMA, M.R.; SALGADO, J.M. Avaliação química do leite de búfala em comparação ao leite de vaca. **Scientia Agricola**, Piracicaba, Piracicaba, v.51, n.1, p.131-137, 1994.
93. VERRUMA, M.R.; SALGADO, J.M.; OLIVEIRA, A.J. Leite de búfala e sua importância: revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.49, n.289, p.22-30, 1994.
94. WEBER, F. L'égouttage du coagulum. In: ECK, A. **Cheesemaking: (science and technology)**. New York: Lavoisier Publ., 1987. cap. 2, p.22-34.
95. WILLIAMS, A.A.; LANGRON, S.P. The use of free-choice for the evaluation of commercial ports. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.35, p.558-568, 1984.
96. WILLIAMS, A.A.; ARNOLD, G.M. A comparison of the aromas of six coffees characteristics by convencional profiling, free-choice profiling and similarity scaling methods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.36, p.204-214, 1985.
97. WONG, N. P. Cheese chemistry. In: WEBB, B. H.; JOHNSON, A. H.; ALFORD, J. **Fundamentals of dairy chemistry**, Westport: AVI Publ., 1974. p.719-771.
98. ZAVA, M.A.R. **Produção de búfalos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1984. 256p.