

# **ELABORAÇÃO DO QUEIJO MOZARELA DE LEITE DE BÚFALA PELOS MÉTODOS TRADICIONAL E DA ACIDIFICAÇÃO DIRETA<sup>1</sup>**

Marta Regina Verruma-BERNARDI<sup>2,\*</sup>, Maria Helena  
DAMÁSIO<sup>3</sup>

José Leonardo Eto do VALLE<sup>4</sup>, Antonio Joaquim de  
OLIVEIRA<sup>5</sup>

---

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a elaboração do queijo Mozarela de leite de búfala pelos métodos tradicional e da acidificação direta com ácido cítrico. O pH da acidificação variou de 5,1 a 5,2. Observou-se uma redução de 8 para 3 horas no tempo total de fabricação pelo método da acidificação direta em relação ao tradicional. Esta redução ocorreu devido à diminuição do tempo de coagulação de 50 para 5 minutos e da ausência da etapa de fermentação. A etapa de fermentação durou 4 horas no método tradicional. O rendimento obtido para o queijo Mozarela elaborado pelo método da acidificação direta foi maior que o obtido no tradicional, com valores de

18,0 e 17,3%, respectivamente. Em base seca, observou-se que os processamentos obtiveram rendimento equivalente. O queijo elaborado pelo método de acidificação direta apresentou menor teor de proteína e maior de umidade e, conseqüentemente, menor teor de sólidos totais em relação ao método tradicional. Os teores de gordura, cinzas e cálcio dos queijos elaborados para ambos os métodos não apresentaram diferenças significativas. Para o teste de aceitabilidade dos queijos, 50 provadores não treinados avaliaram as amostras utilizando escala hedônica de 9 pontos. Não houve diferença significativa na aceitabilidade das amostras, com médias 6,68 e 6,26 para o método de acidificação direta e método tradicional, respectivamente.

**Palavras-chave:** acidificação direta; leite de búfala; queijo Mozzarella; aceitabilidade.

---

## SUMMARY

**MOZZARELLA CHEESE OF BUFFALO'S MILK ELABORATED BY TRADITIONAL AND DIRECT ACIDIFICATION METHODS.** The study was purpose to evaluate the processing of buffalo's milk Mozzarella cheese of elaborated by traditional method and by direct acidification method with citric acid. Acidification pH ranged from 5,1 to 5,2. There was a reduction from 8 to 3 hours in the total time of cheese production by utilization of direct acidification method in relation to the traditional method. This reduction occurred due to a decrease on coagulation time from 50 to 5 minutes and the absence of fermentation stage. Fermentation stage lasted 4 hours in the traditional method. The cheese

elaborated by direct acidification method presented higher yield than those obtained with the traditional method, with values of 18,0 and 17,3%, respectively. Considering dry basis yield both processing methods did not differ. The 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 one. There were no significant differences between the two types of cheeses on fat, ash and calcium levels. For the acceptance test, 50 non-trained tasters evaluated the samples using 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.

**Keywords:** direct acidification; buffalo's milk; Mozzarella cheese.

---

## 1 — INTRODUÇÃO

De acordo com estudos realizados, o rebanho bubalino no Brasil tem aumentado cerca de 12,7% ao ano 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 para o consumo *in natura* como matéria-prima para elaboração de produtos lácteos [20].

O queijo Mozzarella é oriundo da Itália, elaborado originalmente com leite de búfala [2]. 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 sinérese da coalhada. Estas transformações favorecem o processo de filagem e o desenvolvimento das características sensoriais do queijo [9].

Outra alternativa ao método tradicional para elaboração do queijo Mozzarella é a técnica da acidificação direta [19, 27, 33]. 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 vários autores [21, 24, 31, 33] a acidificação direta do leite para elaboração de queijos diminui a quantidade de coalho a ser utilizada, o tempo de coagulação e consequentemente a redução do tempo de fabricação.

Este trabalho teve como objetivos: definir as condições de processamento do queijo Mozzarella de leite de búfala, utilizando a acidificação direta com ácido cítrico e avaliar as características físico-químicas e aceitabilidade dos queijos processados pelo método tradicional e pela acidificação direta utilizando ácido cítrico.

## 2 — MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 – 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. O leite foi transportado em latões de 30 litros resfriado a  $\pm 10^{\circ}$  C até o Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), em aproximadamente 20 minutos.

## **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.

## **Fermento láctico**

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

## **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%.

## **2.2 – Métodos**

### **2.2.1 – Testes preliminares**

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

minutos. Os ensaios foram realizados em triplicada.

### **2.2.2 – 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 Mozzarella: os métodos, tradicional com o uso de fermento e o método da acidificação direta, com adição de ácido cítrico.

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/100 litros 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 (5 mL/100 litros 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 1,5cm 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 5 minutos.

Após a filagem realizou-se a moldagem dos queijos na forma de bolas e, em seguida estas foram colocadas em água à 10° C. A salga dos queijos foi realizada em salmoura à 17% por 30

minutos e após secagem, foram acondicionados em embalagens plásticas e mantidos sob refrigeração por 3 dias à temperatura de  $\pm 8^{\circ}\text{C}$ .

## **2.3 – Métodos físico-químicos**

### **2.3.1 – 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 graal até uniformização.

### **2.3.2 – Métodos analíticos**

#### **pH**

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

#### **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 ANALYTICAL CHEMISTS [4]. Este método fundamenta-se na neutralização, até o ponto de equivalência, pelo hidróxido de sódio, na presença do indicador fenolftaleína.

#### **Umidade**

Os teores de umidade do leite e dos queijos foram determinados de acordo com a metodologia descrita pela AOAC [4], que se baseia na técnica de secagem em estufa a  $100 - 105^{\circ}\text{C}$  até peso constante.

#### **Gordura**

Os teores de gordura do leite do queijo foram determinados pelo método Soxhlet de acordo com a metodologia citada pela

AOAC [4].

### **Lactose**

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

### **Proteína**

O teores de proteína do leite e do queijo foram determinados pelo método Kjeldahl, de acordo com a metodologia descrita pela AOAC [4].

### **Extrato seco total (EST)**

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

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

### **Cinzas**

Os teores de cinzas do leite e do queijo foram analisadas de acordo com a metodologia descrita pela AOAC [4], que fundamenta-se na perda que ocorre quando o produto é incinerado a 500 - 550° C, com destruição da matéria orgânica.

### **Cálcio**

Os teores de cálcio no leite e de queijo foram analisadas em extratos obtidos mediante digestão nitroperclórica e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica [28].

## **2.4 – Análise sensorial**

### **Condições do teste**

As amostras foram servidas à temperatura ambiente em quantidades em torno de 20 gramas, as amostras foram codificadas com um número de 3 dígitos e a ordem de apresentação foi aleatória.

Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA/UNICAMP) em cabines individuais, utilizando-se luz branca. 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.





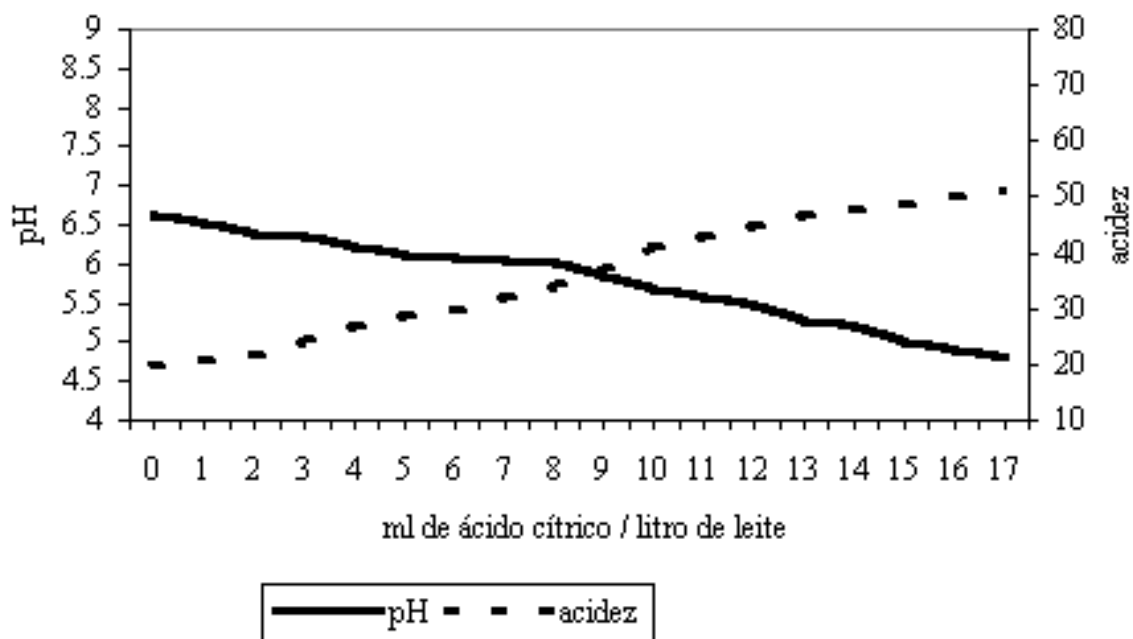
variância de 2 fatores (amostra e provador) e cálculo de médias.

### 3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 – Testes preliminares

##### 3.1.1 – 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 2* mostra que a quantidade de ácido cítrico necessária para acidificar 1 litro de leite de búfala entre pH 5,0 a 5,1 foi entre 12 a 13mL de ácido cítrico para 1 litro de leite, dependendo da acidez inicial do leite.



**FIGURA 2.** Variação do pH e acidez (°D) do leite de búfala em função da quantidade de ácido cítrico adicionado.

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

### **3.1.2 – 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 de coalho em 100 litros de leite para o método da acidificação direta, enquanto que no método tradicional foram necessários 10mL de coalho por 100 litros de leite para a coagulação em 40 minutos. QUARNE *et al* [24] reduziram praticamente pela metade a quantidade de coalho utilizada no método da acidificação direta e RATCLIFF [25] utilizou 50 a 75% da quantidade necessária de coalho para a coagulação do leite.

## **3.2 – Processamento dos queijos**

### **3.2.1 – 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 [15].

**TABELA 1.** Valores de pH e acidez do leite para a elaboração dos queijos.\*

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

\*Média de 3 repetições.

De acordo com a *Tabela 2*, o leite utilizado para a elaboração dos queijos de cada processamento não apresentou diferenças significativas. De acordo com FURTADO [14], 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 outros autores [12, 13, 16, 35], que encontraram valores entre 3,90 a 4,50% para proteína, 7,40 a 9,60% para gordura, 3,30 a 5,90% para lactose, 16,00 a 17,00% para sólidos totais, 0,70 a 0,85% para cinzas e 1,80 a 1,88% para cálcio.

**TABELA 2.** Composição química do leite utilizado nos 3 processamentos.\*

Parâmetros avaliados	1° Proc.	2° Proc.	3° Proc.
Gordura	7,02	6,77	6,80
Proteína	3,99	3,95	4,00
Lactose	4,73	4,61	4,64
Sólidos Totais	17,00	17,00	16,49
Umidade	83,00	83,00	83,25
Cinzas	0,78	0,77	0,77
Cálcio	1,80	1,80	1,82

\*Médias de 3 repetições.

### **3.2.2 – Coagulação e corte**

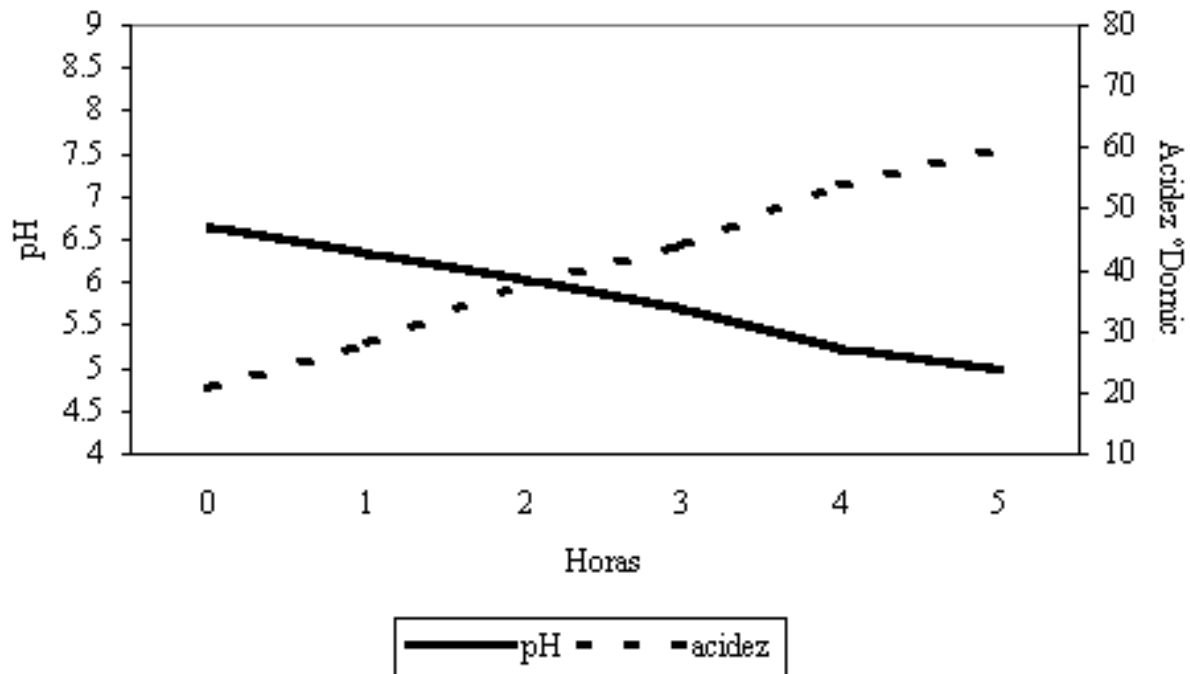
A coagulação na técnica da acidificação direta é muito rápida, ocorrendo num tempo de até 10 minutos, enquanto que no método tradicional ocorre entre 40 a 60 minutos, dependendo entre outros fatores, do tipo de coalho utilizado. O tempo necessário para alcançar o ponto de corte da massa nestes experimentos para o método de acidificação direta foi em torno de 5 minutos. QUARNE *et al* [24], DEMOTT [11] e VALLE [33] trabalhando com queijo Mozzarella fabricado com leite de vaca, pelo método de acidificação direta, cortaram a coalhada num espaço de tempo entre 3 a 10 minutos.

Após o corte da coalhada observou-se que a coagulação da massa pelo método tradicional eram mais firmes do que elaborado pela acidificação direta. De acordo com WEBER [36], 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. Para JENNES & PATTON [18] a adição de ácidos pode alterar o processo de coagulação.

### **3.2.3 – 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 3*.

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 3.** Variações do pH e acidez durante a fabricação do queijo Mozzarella pelo método tradicional.

De acordo com ALTIERO *et al* [3], 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 relataram 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 [1] 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 Mozzarella a fermentação propicia as condições necessárias para a filagem,

alcançando-se níveis adequados de desmineralização da massa, ou seja, a formação do paracaseinato monocálcico [9].

### 3.2.4 – Tempo de fabricação dos queijos

A *Tabela 3* 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.

**TABELA 3.** Tempo aproximado para a elaboração do queijo Mozzarella 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

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 [7], a adição de ácidos no leite coagula a caseína devido ao aumento da concentração de íons de H<sup>+</sup>, liberando sais de cálcio e 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 Mozarela obtiveram resultados semelhantes [5, 6, 10, 21, 22, 27, 32]. VALLE, [33] relatou uma redução de 3 a 4 horas em relação ao processamento tradicional.

### 3.2.5 – Composição química dos queijos

As *Tabelas 4 e 5* mostram os resultados das análises químicas dos queijos elaborados pelos métodos tradicional e da acidificação direta nos 3 processamentos.

**TABELA 4.** Composição química dos 3 processamentos dos queijos elaborados pelo método tradicional.\*

Parâmetros avaliados (%)	1º Proc.	2º Proc.	3º Proc.
Gordura	28,17 <sup>a</sup>	26,51 <sup>b</sup>	26,13 <sup>b</sup>
Proteína	21,24 <sup>a</sup>	21,46 <sup>a</sup>	20,76 <sup>b</sup>
Sólidos Totais	54,60 <sup>a</sup>	55,60 <sup>a</sup>	52,79 <sup>b</sup>
Umidade	45,27 <sup>a</sup>	44,50 <sup>b</sup>	47,22 <sup>b</sup>
Cinzas	2,67 <sup>a</sup>	2,76 <sup>a</sup>	2,66 <sup>a</sup>
Cálcio	2,34 <sup>b</sup>	2,50 <sup>ab</sup>	2,55 <sup>a</sup>

\*Média de 3 repetições.

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



**TABELA 5.** Composição química dos 3 processamentos dos queijos elaborados pelo método de acidificação direta.\*

Parâmetros avaliados (%)	1º Proc.	2º Proc.	3º Proc.
Gordura	27,32 <sup>a</sup>	26,56 <sup>b</sup>	26,57 <sup>b</sup>
Proteína	23,64 <sup>b</sup>	23,86 <sup>a</sup>	23,85 <sup>a</sup>
Sólidos Totais	51,93 <sup>b</sup>	52,36 <sup>a</sup>	52,36 <sup>a</sup>
Umidade	48,07 <sup>a</sup>	47,64 <sup>b</sup>	47,47 <sup>b</sup>
Cinza	2,58 <sup>a</sup>	2,56 <sup>a</sup>	2,57 <sup>a</sup>
Cálcio	2,37 <sup>b</sup>	2,43 <sup>b</sup>	2,51 <sup>a</sup>

\*Média de 3 repetições.

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

De acordo com as *Tabelas 4 e 5* 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. 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 [33], 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* [27] 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 vários autores [1, 3, 8, 26, 32, 34].

Na *Tabela 6* observa-se diferenças significativas 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, observou-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 [30], que relatou que a acidificação direta em queijos não afeta os níveis de cálcio.

**TABELA 6.** Composição química dos queijos elaborados pelos métodos tradicional e acidificação direta.\*

Queijos	Parâmetros avaliados (%)					
	Gordura	Proteína	Sólido Totais	Umidade	Cinzas	Cálcio
Tradicional	26,94 <sup>a</sup>	23,79 <sup>a</sup>	54,29 <sup>a</sup>	45,73 <sup>a</sup>	2,69 <sup>a</sup>	2,46 <sup>a</sup>
Acidificação direta	26,82 <sup>a</sup>	21,15 <sup>b</sup>	52,22 <sup>b</sup>	47,66 <sup>b</sup>	2,57 <sup>a</sup>	2,43 <sup>a</sup>

\*Média de 9 repetições.

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

VALLE [33] 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 [33] 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* [17] 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.

### **3.3 – Rendimento**

De acordo com os resultados obtidos e apresentados na *Tabela 7*, o queijo Mozzarella elaborado pelo método de acidificação direta apresentou rendimento sensivelmente maior em relação ao método tradicional. Este maior rendimento foi devido ao

maior teor de umidade presente neste queijo, resultado também obtido por QUARNE *et al* [24]. No entanto avaliando-se o rendimento descontando-se a umidade, ou seja, em base seca, observa-se que os processamentos obteve rendimento equivalente.

**TABELA 7.** Resultados de rendimento e peso dos queijos.\*

Processamento	Kg de queijo por 20l de leite		Rendimento (%)	
	Base úmida	Base seca	Base úmida	Base seca
Tradicional	3,46	1,877	17,3	9,385
Acidificação Direta	3,60	1,884	18,0	9,420

\* Média de 3 repetições.

### 3.4 – Teste de aceitabilidade

As médias das notas obtidas por cada amostra podem ser observadas na *Tabela 8* e pode-se verificar que não houve diferença significativa entre as amostras testadas.

**TABELA 8.** Resultados obtidos no teste de aceitabilidade dos queijos. \*

Queijo Mozzarella	Notas
Tradicional	6,26 <sup>a</sup>
Acidificação Direta	6,68 <sup>a</sup>

\*Médias de 50 provadores

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

## 4 — CONCLUSÕES

- A composição química do leite para elaboração dos queijos não apresentou diferenças entre os processamentos.
- Houve diferenças entre os dois tipos de processamentos, maior umidade para o queijo Mozzarella elaborado pela acidificação direta e conseqüentemente maior teor de sólidos

totais para o 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 cerca de 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, porém quando avaliou-se o em base seca, observa-se que os processamentos obteve rendimento equivalente.

- Não houve diferença significativa na aceitabilidade das amostras, com médias 6,68 e 6,26 para o método de acidificação direta e método tradicional, respectivamente.

## 5 — REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ADDEO, F.; COPPOLA, S. Aspetti tecnologici e microbiologici della trasformazione del latte di bufala in Mozzarella e ricota. **Il Latte**, 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] 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**, v. 10, p. 764-774, 1984.

[4] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington, 1990. 2v.

[5] ATHAR, I.H.; MASUD, T.; ALI, A. Manufacturing of indigenous cheese using starter culture direct acidification process. **Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research**, v. 32, n. 5, p. 355-357, 1989.

[6] 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**, v. 35, n. 3, p. 108-111, 1992.

[7] BALLARIN, O. **Notas sobre bioquímica do leite**. Rio de Janeiro: Meier & Blumer, 1947. 1v.

[8] 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**, v. 32, n. 4, p. 903-912, 1982.

[ Medline ] [ Lilacs ]

[9] CHAPMAN, H.R.; SHARPE, M.E. Microbiology of cheese. In: Dairy microbiology. London: Applied Sciences Publishers, 1981. p. 157-243.

[10] COPPOLA, S.; VILLANI, F.; COPPOLA, R.; PARENTE, E. Comparison of different start systems for water-buffalo Mozzarella cheese manufacture. **Le Lait**, v. 70, n. 5/6, p. 411-423, 1990.

[11] DEMOTT, B.J. Recovery of milk constituents in a Mozzarella-Like product manufactured from nonfat dry milk and cream by direct acidification at 4°C and 35 °C. **Journal of Dairy Science**, v. 66, n. 12, p. 2501-2506, 1983.

[12] FAO. O búfalo. Brasília: Ministério da Agricultura; São

Paulo: Associação Brasileira dos Criadores de Búfalos, 1991. 320p.

[13] FERRARA, B.; INTRIERI, F. Características e emprego do leite de búfala. **Zootecnia**, v. 13, n. 1, p. 25-50, 1975.

[14] FURTADO, M.M. Composição centesimal do leite de búfala da Zona da Mata Mineira. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 35, n. 211, p. 43-47, 1980a.

[15] FURTADO, M.M. O teor de proteínas no leite de búfala e sua acidez titulável. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 35, n. 212, p. 27-30, 1980b.

[16] GANGULI, U.C. Tecnologia do leite de búfala. **Revista dos Criadores**, v. 65, n. 5, p. 42-50, 1981.

[17] 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**, v. 12, n. 2, p. 231-241, 1984.

[18] JENNES, R.; PATTON, S. **Principles of dairy chemistry**. New York: John Wiley, 1959. p. 158-181: Milk salts.

[19] LITTLE, L Techniques for acidified dairy products. **Journal of Dairy Science**, v. 50, n. 10, p. 1589-1591, 1967.

[20] MANO FILHO, A.C. **Búfalos no Brasil**. São Paulo: Associação Brasileira dos Criadores de Búfalos, 1991, 4p.

[21] OLSON, N.F. Continuous direct acidification system for producing Mozzarella cheese. **Food Trade Review**, v. 41, n. 10, p. 28-31, 1971.

[22] PATEL, G.C.; UYAS, S.H.; UPADHYAY, K.G. Evaluation of Mozzarella cheese made from buffalo milk using direct acidification technique. **Indian Journal of Dairy Science**, v. 39, n. 4, p. 394-403, 1986.

[23] PIMENTEL-GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

- [24] 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**, v. 51, n. 5, p. 848-852, 1968.
- [25] RATCLIFF, M. Manufacture of Mozzarella cheese. **Dairy Technology**, v. 9, n. 2, p. 47-52, 1978.
- [26] ROSSI, G. **Manuale di tecnologia casearia**. Bologna: Agricole, 1977. 684p.
- [27] SAMPAIO, L.G.A.; FERRAZ, M.A.; FIALHO, M.S.; BRANDÃO, S.C.C. Mussarela. **Indústria de Laticínios**, v. 1, n. 5, p. 46-49, setembro/outubro, 1996.
- [28] SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas de plantas**. Piracicaba: ESALQ / Departamento de Química, 1974. 56p.
- [29] SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT; user's guide: version 6, 4. ed. Cary, SA, 1989. v. 2, 846p.
- [30] 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**, v. 50, n. 6, p. 824-826, 1967.
- [31] SORDI, S. Mozzarella production by acidification. **Dairy Industry International**, v. 53, n. 5, p. 33, 1988.
- [32] 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**, v. 46, n. 6, p. 266-268, 1993.
- [33] VALLE, J.L.E. do. Influência de parâmetros físico-químicos na fermentação e filagem do queijo Mozzarella. São Paulo, 1991. 88p. Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, São Paulo, Universidade de São Paulo.



[34] VERRUMA, M.R.; SALGADO, J.M. OLIVEIRA, A.J. Avaliação química e nutricional do queijo Mozzarella e iogurte de leite de búfala. **Scientia Agricola**, v. 50, n. 3, p. 438-443, 1993.

[35] VERRUMA, M.R.; SALGADO, J.M. Avaliação química do leite de búfala em comparação ao leite de vaca. **Scientia Agricola**, v. 51, n. 1, p. 131-137, 1994.

[36] WEBER, F. L'éggouttage du coagulum. In: ECK, A. **Cheesemaking**: (science and technology). New York: Lavoisier Publ., 1987. cap. 2, p. 22-34.

*<sup>1</sup> Recebido para publicação em 12/12/97. Aceito para publicação em 10/10/00.*

*<sup>2</sup> Departamento de Nutrição e Dietética - Faculdade de Nutrição/UFF - Rua São Paulo, 30 - 4º andar - Campus Valonguinho - Centro - Niterói - RJ CEP 24105-110.*

*<sup>3</sup> Instituto de Agroquímica y Tecnologia de Alimentos - CSIC - Valência - Espanha.*

*<sup>4</sup> Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL - Campinas - SP.*

*<sup>5</sup> ESALQ / USP.*

*\* A quem a correspondência deve ser enviada.*